Standardizzazione e logistica dei materiali: il caso FCA.

Goffi, Gabriele

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Standardizzazione e logistica dei materiali: il caso FCA

Máster Universitario en Dirección de Empresas y Sistemas de Producción

Autor: Gabriele GOFFI
Director: Ing. Ettore MARASCHI
Co-Director: Marta MAS MACHUCA
Curso académico: 2014/2015

ESTRATTO

L'obiettivo principale di questa Tesi, frutto del lavoro svolto durante sei mesi di tirocinio presso l'azienda italoamericana Fiat Chrysler Automobiles S.p.A., è quello di ricercare soluzioni per la standardizzazione dei contenitori specifici, elementi destinati a trasportare particolari degli autoveicoli che, per svariate ragioni tra cui principalmente aspetti dimensionali o qualitativi, non possono essere contenuti all'interno di mezzi di raccolta normalizzati, andando poi ad analizzarne la fattibilità sotto tutti i punti di vista. Parallelamente, l'obiettivo della trattazione è quello di ricercare, dal punto di vista accademico, eventuali ulteriori vantaggi della standardizzazione in generale.

Principalmente, dunque, il lavoro è stato suddiviso in tre parti: anzitutto una prima fase di studio dell'oggetto della Tesi e degli aspetti caratterizzanti i processi logistici di FCA, poi la scelta del metodo di standardizzazione ed infine una serie di analisi sulle soluzioni trovate, economiche e gestionali, evidenziando così i principali benefici ottenibili dall'applicazione dello standard.

Tutti i calcoli si basano su approssimazioni e non riportano in alcun modo nessuna voce di costo, in modo da rispettare il vincolo del segreto industriale, fornendo indicazioni sull'ordine di grandezza dei risultati ottenibili.

DEDICA

Ai miei genitori,

per il loro sostegno ed il loro amore.

RICONOSCIMENTI

Il lavoro da me svolto in questi sei mesi è frutto della convenzione tra due prestigiose Università, il Politecnico di Torino e la Universitat Internacional de Catalunya, e dell'opportunità concessami dall'importante casa automobilistica Fiat Chrysler Automobiles S.pA., per cui sono molte le persone che hanno contribuito a darmi questa possibilità e che meritano una menzione particolare.

In primo luogo, voglio ringraziare proprio le due scuole in cui ho avuto l'onore di formarmi accademicamente e personalmente negli ultimi cinque anni, il Politecnico, dove ho potuto sviluppare le mie capacità organizzative ed un metodo di studio che mi permettesse di superare brillantemente gli esami anno dopo anno, e la UIC, grazie alla quale sono cresciuto non solo dal punto di vista tecnico, ma anche culturale; l'esperienza a Barcellona mi ha infatti permesso di imparare una nuova lingua e conoscere usi e costumi di una popolazione straordinaria come quella spagnola. Entrambe le accademie mi hanno permesso di crescere anche sotto il profilo umano, imparando ad autogestirmi e affrontare al meglio la vita di tutti i giorni. In particolar modo ci tengo e ringraziare Jasmina, Noelia ed Almudena, referenti spagnole sempre pazienti e disponibili a risolvere qualsiasi dubbio, così come la corrispondente italiana Anna Bellini.

Sono profondamente grato a tutte le persone splendide conosciute durante il tirocinio in FCA, a cominciare dal mio "angelo custode" nonché tutor aziendale Giorgio, il Direttore Mirco Paneghini e tutto il dipartimento di Manufacturing Logistics System, in particolar modo a tutti i colleghi e amici che ho avuto il piacere di conoscere in questi mesi: Luigi, Claudia, Alessandro, Bianca, Luca e tutti gli altri. Ognuno di loro mi ha aiutato ad integrarmi e conoscere più profondamente il mondo FCA.

Un grazie particolare anche al tutor accademico, l'Ing. Ettore Maraschi, sempre disponibile ad aiutarmi con riunioni e materiale utile ed al relatore, l'Ing. Massimo Rossetto.

Ultimi, ma non per importanza, mia sorella, che, anche se ormai è lontano da parecchi anni, è sempre vicina con il pensiero e con il cuore, la mia fidanzata Giulia, compagna di tante vittorie e sconfitte sempre dalla mia parte e gli amici di sempre, in particolare Gianluca, Federico, Alessandro ed Enrico, sempre vicini ognuno a modo suo durante questi anni.

INDICE

INTRODUZIONE - L'APPORTO DELLA UIC

Prima di spiegare quelle che sono state le nozioni più utili apprese alla UIC vorrei soffermarmi su un qualcosa che questa Università, ed in generale l'esperienza a Barcellona, mi ha donato, un qualcosa di intangibile, che non si impara sui libri di scuola: un metodo.

La cosa più importante quando si affronta qualsiasi tipo di avventura, secondo me, è il metodo: sapersi organizzare, saper suddividere alla perfezione i compiti assegnati o le mansioni da svolgere è un aspetto cruciale per la loro buona riuscita. Ed in questo senso i vari business cases di Marta Mas, i lavori di finanza assegnati da Jorge Muro, il marketing plan di Pedro Mir, il business game di Frederic Marimon e August Casanovas, il glossario di Victor Pou, e tutti gli altri, insieme con il dover vivere lontano da casa gestendo dunque alloggio, viveri, denaro, ecc… frequentando i corsi è stato un qualcosa di estremamente duro da affrontare ma di veramente appagante una volta giunti al termine dell'anno accademico. E' stata un'esperienza, quella alla Universitat Internacional de Catalunya, che mi ha arricchito profondamente sotto tutti i punti di vista, culturali ma anche umani, permettendomi di crescere sia come uomo che come studente, come tutte le Università dovrebbero fare. Prima di tutto scuola di vita.

Venendo invece agli aspetti più concreti, ovvero a cosa di quanto appreso alla UIC mi sia servito per sviluppare la Tesi, il corso che più mi è stato utile è sicuramente Dirección de Proyectos di August Casanovas, grazie al quale ho potuto apprendere a fondo come si siano evoluti i processi produttivi dai primi del '900 ad oggi e come cambino le prospettive dal punto di vista delle scelte produttive a seconda del metodo scelto; molti aspetti trattati durante il suddetto corso sono stati riportati nella Tesi: dall'esempio del vestito da uomo del Capitolo 5, grazie al quale il Professore, in una estenuante lezione serale il primo giorno di Università di settembre, ci ha spiegato fondamentalmente tutti i concetti che avremmo toccato nei mesi

successivi; anche nel Capitolo 7 vi è un forte richiamo a questa materia: il modello della matrice troncoconica, grazie alla quale siamo in grado di distinguere il processo produttivo migliore a seconda di dove si sia scelto di collocare il punto di massima comunanza tra i diversi prodotti presenti nella gamma di output di un'azienda, e la matrice prodotto-processo, che lega il ciclo di vita del prodotto alla tipologia di flusso produttivo più adatta, sono entrambi argomenti trattati durante il corso di Dirección de Proyectos.

Anche se non vi sono richiami diretti ad esso, anche il corso di Lean Management di Joaquim Pous ha fortemente influito sulla trattazione, in quanto mi ha permesso di comprendere al meglio quelle che sono le logiche produttive odierne utilizzate dalla maggior parte delle aziende in qualsiasi settore, alle quali molte volte si fa riferimento nel corso dei Capitoli.

In misura minore, si fanno riferimenti a concetti appresi nel corso di Marketing di Pedro Mir nel Capitolo iniziale, in cui si parla degli imballaggi in generale.

Infine, un ultimo corso che mi è rimasto particolarmente impresso è stato quello di Comportamiento Organizativo, il quale non rientra direttamente in nessun argomento della Tesi, ma molte volte, durante la quotidianità aziendale, mi è capitato di pensare cosa avrei fatto io se fossi stato il leader del gruppo nelle più svariate circostanze, ricordando proprio le letture proposte da Jose Vila durante le sue lezioni.

CAPITOLO 1 – GLI IMBALLAGGI

1.0 – Introduzione

Il mezzo di raccolta è un elemento indispensabile nell'industria, in quanto la maggior parte dei beni che costituiscono l'input e l'output del settore manifatturiero necessitano di un sistema di contenimento in grado di proteggere, trasportare e contenere i prodotti. Proprio per questa sua importanza costituisce una delle maggiori componenti del costo logistico, non tanto per una questione di realizzazione (che molte volte è molto elevato più per la complessità degli attrezzamenti interni progettati per salvaguardare la stabilità degli elementi contenuti che per i materiali di cui è costituito), quanto più che altro per una serie di aspetti indiretti come la sua compatibilità con i mezzi di trasporto utilizzati, dalla quale dipende la saturazione di questi ultimi e, di conseguenza, una serie di aspetti come ad esempio il numero di viaggi che occorrono per il trasporto dell'intero volume da movimentare.

L'importanza dell'imballo è strettamente legata a questioni qualitative e commerciali; qualsiasi attività di progettazione e fabbricazione di un prodotto di qualità, sia dal punto di vista estetico che fisico, non avrebbe senso se poi l'elemento in questione non giungesse integro al cliente finale (o al punto di utilizzo se parliamo di una materia prima o di un componente). Ecco dunque che diviene fondamentale sviluppare un elemento contenitivo adeguato, di modo da salvaguardare le caratteristiche del prodotto, un contenitore che possa essere trasportato e che protegga l'elemento al quale è associato.

L'Articolo 218 del D. Lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) definisce la parola imballaggio come "*il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a proteggerle, a consentire la loro*

manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo".

Gli imballi possono essere distinti in:

- *Primari*: sono gli imballaggi concepiti in modo da costituire, nel punto di vendita, un'unità di acquisto per l'utente finale o per il consumatore.
- *Secondari*: sono gli imballaggi concepiti in modo da costituire, nel punto di vendita, il raggruppamento di un certo numero di unità, indipendentemente dal fatto che siano venduti come tali all'utente finale o al consumatore, o che servano soltanto a facilitare il rifornimento degli scaffali. Essi possono essere rimossi dal prodotto senza alterarne le caratteristiche.
- *Terziari*: sono gli imballaggi concepiti in modo da facilitare la manipolazione ed il trasporto di merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, di un certo numero di unità di vendita oppure di imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione ed i danni connessi al trasporto, esclusi i container per i trasporti stradali, ferroviari marittimi ed aerei.

Inoltre, si distinguono due tipologie di imballaggi:

- Imballaggi composti (poliaccoppiati): sono costituiti in maniera strutturale da diversi materiali non separabili manualmente.
- Imballaggi multimateriale: sono costituiti da più componenti autonome in materiali diversi. A differenza degli imballaggi poliaccoppiati possono essere separati.

1.1 – Le Funzioni dell'imballo in generale

Le principali funzioni per le quali gli imballaggi sono concepiti possono essere:

- *Tecniche*: l'utilità dell'imballo è quella di proteggere il prodotto, tanto nel tempo quanto nello spazio, prolungandone i tempi di conservazione e proteggendolo da attacchi di agenti esterni come temperatura, pressione, umidità o dagli agenti atmosferici in generale.
- *Logistiche*: l'imballo deve essere trasportabile in maniera efficiente, vale a dire con una oculata ottimizzazione degli spazi a disposizione (questo aspetto vale sia per quanto riguarda il trasporto in sé che durante lo stoccaggio in magazzino) e delle tempistiche.

- *Di marketing*: qualora si parli di imballaggio di prodotto finito, una funzione fondamentale di questo elemento è quella comunicativa; è infatti compito del packaging concorrere nella persuasione del cliente finale per la scelta di un elemento piuttosto che un altro.

1.1.1 – Le funzioni Tecniche

Le funzioni tecniche che l'imballo deve svolgere sono due: contenere e proteggere l'elemento, rallentandone così notevolmente i fenomeni degenerativi.

L'utilizzo di un mezzo di raccolta inadeguato può comportare conseguenze estremamente negative: basti pensare che, in alcuni paesi in via di sviluppo, si calcola che il 50% dei prodotti alimentari distribuiti giungano a destinazione avariati a causa dell'utilizzo di imballaggi inappropriati; nei trasporti marittimi, il 77% delle avarie di tutti i generi si potrebbero evitare se si utilizzassero imballaggi migliori. Viceversa, se si utilizzano mezzi di raccolta ben studiati, come nel campo degli elettrodomestici, la percentuale di danneggiamento supera raramente lo 0,8%.

La protezione agisce su tre aspetti principalmente, ovvero i rischi legati al trasporto (urti e oscillazioni), le aggressioni di agenti atmosferici e/o chimici e le dispersioni di prodotto (nel caso ad esempio della movimentazione di liquidi). Di conseguenza ogni imballo dovrà essere studiato in funzione dell'elemento al quale verrà assegnato (se, ad esempio, il contenitore contiene sostanze corrosive dovrà essere in grado prima di tutto di resistere loro), della sua fragilità ed anche del tipo di movimentazione che dovrà subire: per esempio un trasporto via mare comporta una serie di complicazioni che non si presentano nel trasporto via gomma, come l'azione corrosiva della salsedine. Inoltre l'imballaggio deve proteggere l'utilizzatore dall'eventuale natura aggressiva del prodotto stesso e dal suo utilizzo improprio.

In alcuni casi l'imballaggio può ricreare intorno al prodotto un ambiente adatto quando le condizioni esterne sono avverse (atmosfera modificata), in modo da conservarlo. Per questo motivo l'imballaggio ha anche, in molti casi (soprattutto nel campo alimentare) il compito di prolungare la durata del prodotto.

1.1.2 – Le funzioni Logistiche

Per quanto riguarda invece le funzioni logistiche, l'imballo adeguato deve essere:

- Pratico;
- Meccanizzabile;
- Riciclabile;

L'imballo deve, in un'ottica di ottimizzazione dell'efficienza logistica, costituire un'unità adatta al trasporto e agevolare l'utilizzo del prodotto: deve poter essere aperto/chiuso senza difficoltà, presentare accorgimenti che agevolino l'estrazione del contenuto e deve essere concepito in modo tale che ne siano facilitate presa e movimentazione. Contrariamente al sistema di trasporto merci alla rinfusa, i prodotti vengono imballati per unità di peso o di volume, quindi raggruppati in modo da costituire unità via via più grandi (carichi palettizzati o container) adatte al trasporto e alla movimentazione meccanizzata.

Tutti gli imballaggi ed i materiali da imballaggio devono poter essere fabbricati, formati, riempiti e chiusi con macchine ad alta cadenza o polivalenti, e con costi contenuti. Per poter essere messi in opera con le macchine per confezionamento, gli imballaggi devono possedere caratteristiche compatibili con la meccanizzazione.

Altra funzione non trascurabile che ha impatto sia sull'economia dell'azienda che sull'ambiente è la riciclabilità dell'imballo, che può verificarsi attraverso il riutilizzo (che è il punto d'inizio di una nuova vita), il riciclaggio del materiale di cui è costituito, oppure, come ultima alternativa, l'incenerimento nel pieno rispetto dell'ambiente.

1.1.3 – Le funzioni di Marketing

La terza funzione dell'imballaggio, valida se si sta parlando di quelli che abbiamo definito imballi primari e secondari, è quella di trasmettere un messaggio. L'imballaggio oggi deve potersi esprimere perché, nel momento in cui diventa un'unità di vendita o di distribuzione, viene a trovarsi da solo di fronte alla persona che lo acquista o se ne serve e quindi deve in qualche modo convincerlo all'utilizzo. Deve perciò rispondere alle seguenti domande:

- *Che cosa*? L'imballaggio deve rispondere innanzi tutto descrivendo il prodotto imballato (nome, composizione, quantità, data di scadenza).
- *Chi*? L'imballaggio deve indicare l'origine del prodotto, l'azienda che lo vende o che lo fabbrica, e la marca.
- *Come*? L'imballaggio deve rispondere indicando in che modo e in quali condizioni utilizzare il prodotto, e quali precauzioni adottare per l'impiego, citando gli eventuali

rischi ed enunciando i consigli di prudenza. Inoltre deve indicare com'è fabbricato il prodotto e, obbligatoriamente nei paesi europei, qual è la sua composizione.

- *Perché*? L'imballaggio deve motivare l'utilizzo e l'acquisto del prodotto. Questi messaggi si esprimono con la stampa, e infatti il 70% degli imballaggi è stampato.

E' chiaro dunque che il packaging assume un'elevata importanza anche dal punto di vista commerciale, tanto da divenire, in alcuni casi, una vera e propria icona distintiva del prodotto globalmente riconosciuta.

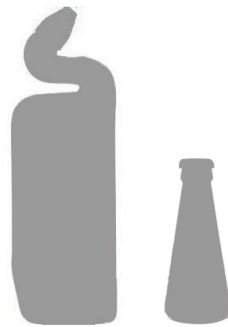



Fig.1.1: Esempio di confezioni distintive del prodotto (fonte: Paolo Tamborrini, Packaging *come strumento di comunicazione*.)

L'imballaggio, inoltre, deve recare anche indicazioni destinate ad essere lette da macchine. Si tratta di sistemi di identificazione automatica, come il codice a barre o il più recente codice QR. Il primo ha funzioni logistiche/commerciali, in quanto è utile per tenere sotto controllo le quantità di prodotto a disposizione ed organizzare conseguentemente magazzino e riordini, mentre il secondo, leggibile attraverso qualsiasi smartphone dotato di apposita applicazione, possiede funzioni decisamente più "markettare" del precedente, in quanto studiato appositamente per rimandare al sito dell'azienda/prodotto e diffonderne così la visualizzazione (concetto di *brand awareness*).

Fig.1.2: Esempio di codice QR

Fig.1.3: Esempio di codice a barre

Il procedimento di imballaggio va considerato come parte integrante del processo di produzione; la distribuzione si presenta come un ciclo continuo, che inizia con la

fabbricazione dell’imballaggio e il suo riempimento e si conclude con l’utilizzo del prodotto in esso contenuto. Il packaging deve dunque resistere a tutte le operazioni che vengono effettuate per assicurare che il prodotto arrivi integro fino al consumatore, che si raggruppano con il nome di distribuzione fisica delle merci. Il seguente schema esprime al meglio questo concetto:

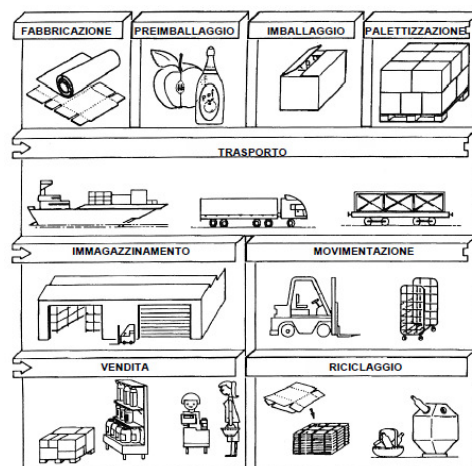



Fig.1.4: Schema del ciclo di distribuzione fisica delle merci.
(Fonte: Consulman S.p.A.)

1.2 – Classificazione degli imballi

Oltre alle distinzioni più generali di cui abbiamo già parlato, possiamo avere una duplice classificazione degli imballi:

1.2.1 – Per materiale

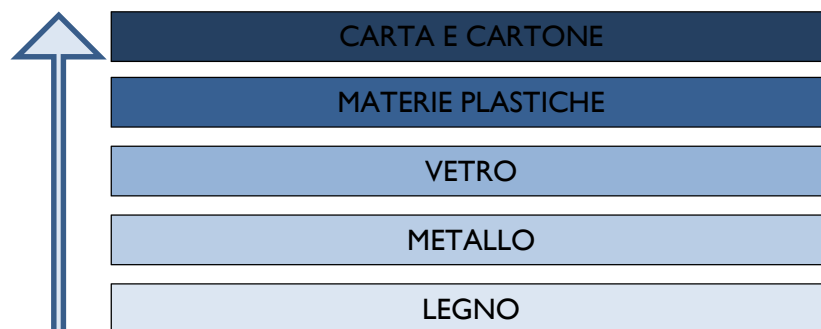



Fig.1.5: Tipologie di materiale in ordine di utilizzo

L’evoluzione tecnologica, così come il modificarsi delle usanze legate, ad esempio, alla tutela dell’ambiente e della salute dell’uomo, hanno avuto forte impatto sulla scelta del materiale più adatto a costituire un particolare imballo. Le materie plastiche stanno man mano sostituendosi a vetro, metallo e legno, per motivi legati all’estrema versatilità dei derivati

polimerici ed ai loro costi relativamente contenuti. Tuttavia questi tre materiali continuano ad essere utilizzati per lo più per applicazioni specifiche; ad esempio, nel settore automotive, gli airbag, per questioni legate alla sicurezza antiscoppio, vengono contenuti in mezzi di raccolta metallici, non infiammabili a differenza dei derivati cellulosici o polimerici.

Quando invece il prodotto non richiede particolari attenzioni, il cartone continua ad essere il materiale più utilizzato.

1.2.1.1 – Il Cartone

Questo tipo di materiale è caratterizzato da uno o più fogli di carta incollati. Il suo utilizzo è limitato al contenimento di materiali che non necessitano di protezione a sollecitazioni meccaniche (è molto comune, ad esempio, per il contenimento di minuterie).

Possiamo distinguere tre differenti tipologie di questo materiale:

Cartone

Tipologia	Descrizione
Teso	Cartone eterogeneo (copertina, strato intermedio, retro) da confezionamento, usato per piccoli imballaggi primari, astucci, scatole primarie.
A mano	Cartone omogeneo, usato per valigie e per coperchi di fusti.
Compatto	Cartone accoppiato (grammatura > 900 gr/mq) utilizzato per imballaggi di trasporto e imballaggi multipli.

Tab 1.1: Tipologie di cartone

Cartone Ondulato

Tipologia	Descrizione
Carta ondulata	Ottenuta dall’accoppiamento di un’onda con un foglio di carta piana.
Cartone ondulato ad onda semplice	Formato da due fogli di carta piana distanziati da un foglio di carta ondulata.
Cartone ondulato a doppia onda	Formato da due fogli di carta ondulata incollati a tre fogli di carta piana.
Cartone Ondulato a onda tripla	Formato da tre fogli di carta ondulata incollati a cinque fogli di carta piana. Rappresenta circa il 45% del mercato degli imballi in cartone.

Tab 1.2: Cartone ondulato

Il cartone ondulato è un materiale complesso, formato da 2-7 fogli di carta ondulata incollati su un foglio o tra vari fogli di carta piana. I fogli esterni sono detti copertine, mentre quelli interni sono detti tesi centrali; i fogli ondulati sono detti onde.

Le copertine conferiscono all'imballaggio resistenza alle aggressioni meccaniche, climatiche, ecc. grazie alle loro doti di rigidità alla flessione e resistenza allo scoppio, alla lacerazione, all'accatastamento. La copertina esterna costituisce inoltre il supporto per l'eventuale stampa. L'ondulazione determina lo spessore del cartone ondulato, nerva il foglio e ne accresce la rigidità alla flessione. Assicura anche elasticità alla compressione in piano ed agli urti (effetto ammortizzante) e contribuisce alla resistenza alla compressione verticale. Il collante, generalmente di tipo acquoso a base di amido, assicura la stabilità della struttura.

1.2.1.2 – La Plastica

L'accezione "imballaggio di plastica" è molto generica: infatti, questo tipo di contenimento può avere la medesima definizione ma caratteristiche chimico-fisiche molto diversificate; questo è dovuto alla differente natura delle matrici polimeriche utilizzate. Questa caratteristica è certamente un grande punto di forza per questa categoria di imballaggi che, grazie all'estrema versatilità, risulta idonea al contenimento di qualsiasi prodotto e di conseguenza può essere utilizzata per le più disparate applicazioni. Tutto ciò fa sì che l'imballo di plastica occupi una posizione di rilievo nella quasi totalità dei settori industriali utilizzatori di imballaggi.

I principali polimeri utilizzati nella realizzazione di imballi plastici sono:

		Poliolefine
LDPE	*Polietilene a bassa densità*	Grazie alla particolare ramificazione dei polimeri che lo compongono, è un materiale leggero, duttile e flessibile; viene utilizzato per la produzione di film termoretraibile ed estensibile.
HDPE	*Polietilene ad alta densità*	Rappresenta la più comune tra le materie plastiche; viene impiegato nei contenitori di grande capacità (fusti e taniche) e in quelli per prodotti tecnici (bottiglie e flaconi), grazie alla sua alta resistenza e rigidità.
PP	*Polipropilene*	E' il materiale con lo spettro di utilizzo più ampio (imballaggio flessibile, rigido e accessoristica).
		Poliesteri

PET	*Polietilene Tereftalato*	E' una resina termoplastica che viene principalmente impiegata nella fabbricazione delle bottiglie per bevande e liquidi alimentari, grazie alle sue caratteristiche di trasparenza e resistenza ai gas.
		Resine Poliviniliche
PVC	*Cloruro di Polivinile*	E' stato uno dei primi materiali plastici utilizzati per la fabbricazione degli imballaggi. Al momento il pvc è utilizzato principalmente nei seguenti comparti: blister e alveoli (60%), film monostrato (20%), altri impieghi (20%).
		Resine Polistireniche (polistiroli)
PST	*Polistirene*	Viene utilizzato, nelle sue diverse tipologie (espanso e non), per vaschette, cestelli, alveoli, bicchierini e materiale di protezione.

Tab 1.3: Polimeri da imballaggio

Le principali funzioni degli imballi plastici sono riassunte nella tabella seguente:

Avvolgimento e Protezione	Rotolo di film a bolle d'aria utilizzato per imbottitura *(Pluriball)*	
	Film retraibile in rotoli	
Contenimento Solidi	Cassa Pallet	
Contenimento Liquidi	Fusti e Taniche	
	Bottiglie e Flaconi	

Tab 1.4: Esempi di imballaggi plastici

1.2.1.3 – Il Metallo

I metalli utilizzati nel settore imballaggi sono essenzialmente:

Acciaio rivestito	
Banda stagnata	Si tratta di un lamierino sottile di acciaio dolce rivestito elettroliticamente su entrambe le facce con una patina di stagno di spessore variabile.
Banda cromata o banda senza stagno	L'acciaio dolce di base viene, in questo caso, rivestito elettroliticamente sulle due facce con strati di cromo metallico e di ossidi di cromo. I fogli così ottenuti sono destinati alla fabbricazione di scatole, lattine e barattoli imbutiti o di fondi (coperchi); vengono sempre utilizzati previa applicazione di vernice su ambedue le facce.
Alluminio	
Leghe con rivestimento organico	Il materiale è una lega di alluminio in fogli o rotoli, recante su entrambe le facce un rivestimento organico. La faccia esterna viene verniciata, nel caso in cui il recipiente debba essere etichettato o inserito in un astuccio di cartone, oppure decorata mediante stampa sul metallo piano.
Alluminio puro	Il metallo utilizzato per questa applicazione è alluminio con purezza del 99,5%. In alcuni casi, per ottenere migliori caratteristiche meccaniche si utilizzano leghe particolari.

Tab 1.5: Metalli da imballaggio

Come per le plastiche, la tabella successiva presenta alcune soluzioni in termini di imballaggio metallico:

Contenimento Solidi	Contenitori in lamiera
	Cassa pallet grigliata

Contenimento Gas	Aereosol	
Contenimento Liquidi	Barattoli	
	Barili	

Tab 1.6: Esempi di imballaggi metallici

1.2.1.4 – Il Legno

Il motivo principale per cui si sceglie di utilizzare un imballo in legno è quello di garantire all'elemento contenuto un'efficace protezione meccanica. I legni più utilizzati sono:

Legno

Tipologia	Descrizione
Pannello di fibre	Realizzato a partire da fibre di legni duri, questo materiale si ottiene per pressatura a caldo senza aggiunta di collanti. L'applicazione del pannello di fibre nel campo dell'imballaggio va studiata con attenzione, a causa della densità elevata e della scarsa resistenza all'umidità di questo materiale.
Pannello truciolare	E' un materiale in lastre fabbricato mediante pressatura di trucioli di legno con l'ausilio di un legante quale la resina termoindurente. I pannelli d'uso corrente sono abitualmente incollati con resine di tipo urea-formolo (uso interno). I pannelli caratterizzati da buona resistenza all'umidità sono normalmente incollati con resine di tipo urea-melamina (uso esterno).
Compensato	Si ottiene incollando e pressando dei fogli sovrapposti con le fibre in direzione perpendicolare le une rispetto alle altre. In genere, gli strati esterni e interni sono collocati simmetricamente da una parte e dall'altra di uno strato centrale. Le caratteristiche dei compensati dipendono dalle essenze impiegate, dal tipo di incollaggio e dalla composizione del pannello.

Tab 1.7: Legni da imballaggio

Come già sottolineato, gli imballi in legno si utilizzano in quei casi in cui sia richiesta una particolare protezione meccanica per il prodotto; ad esempio, in un circuito di distribuzione caratterizzato da sollecitazioni particolarmente forti, come nel caso di prodotti pesanti e perforanti, macchinari e apparecchiature industriali pesanti e/o molto fragili (macchine utensili, automobili, strumentazione elettronica). I tipi di imballaggio in legno variano in funzione della tipologia e della massa del prodotto da imballare:

Imballi in legno

Tipologia	Descrizione	
Casse in legno segato	Di forma parallelepipeda, queste casse presentano alcune varianti legate in particolare alle dimensioni. Le casse più grandi utilizzate per l'imballaggio industriale sono generalmente fabbricate su misura. Le casse più piccole, di volume inferiore a 1 m³ circa, vengono utilizzate per il trasporto marittimo al dettaglio delle merci.	
Casse in compensato	Sono realizzate con un materiale caratterizzato da un tasso di umidità basso e costante, ed hanno quindi un peso contenuto.	
Casse armate in legno	Si tratta di casse fabbricate in modo totalmente automatico, composte da legni impiallacciati o tavole di compensato aggraffate su blocchi di legno segato e rinforzate con fili d'acciaio.	
Pallet di movimentazione	Concepiti per permettere il raggruppamento di merci al fine di costituire unità di carico, i pallet e le casse-pallet sono disponibili in una vastissima gamma di modelli di dimensioni normalizzate.	

Tab 1.8: Esempi di imballo in legno

1.2.2 – Per Applicazione

Dal punto di vista dell'applicazione, gli imballaggi possono essere suddivisi poi in due ulteriori categorie: Industriali o Commerciali; per non andare fuori tema, verranno trattati

solamente i primi, poiché i mezzi di raccolta oggetto del lavoro di Tesi rientrano nel campo manifatturiero.

1.2.2.1 – Gli Imballaggi Industriali

Affrontando l'argomento degli imballaggi industriali, uno dei temi più ricorrenti è senza dubbio quello delle Unità di Carico. Per definizione le UDC sono un numero di articoli (o materiale sciolto) disposti o contenuti in modo da poter essere prelevati o spostati come un solo oggetto che sia in grado, al momento dello scarico, di mantenere la disposizione inziale per un successivo spostamento. Queste possono essere costituite introducendo più pezzi in un contenitore, sovrapponendo mezzi di raccolta su una pedana di supporto (il pallet), disponendo materiali in appositi raccoglitori e così via. Anche oggetti di forma irregolare possono essere raggruppati in UDC ricorrendo ad imballi o reggettature ad hoc.

E' facile intuire che il principale scopo per cui si ricorre a questa tipologia di raggruppamenti di merci o mezzi di raccolta è legato all'efficienza logistica: grazie alle unità di carico è possibile, infatti, ridurre il numero di manipolazioni in fase di movimentazione, immagazzinamento e trasporto.

Le caratteristiche principali delle unità di carico sono:

- Sovrapponibilità;
- Forcolabilità;
- Adattabilità al carico su autocarri o altri mezzi di trasporto (interni o esterni);
- Resistenza ad urti (statici e dinamici) dovuti alle stesse unità di carico ed alla loro movimentazione sui mezzi di trasporto;

Esistono differenti unità di carico in base alle specifiche esigenze del prodotto; in particolare la scelta è vincolata dalle seguenti voci:

- Dimensioni del pezzo e del suo imballo;
- Peso complessivo;
- Giacenza prevista a magazzino;
- Massimo sfruttamento di tutti gli spazi disponibili;

Questi vincoli valgono sia per il trasporto esterno che per quello interno allo stabilimento, vale a dire, ad esempio, sia per il trasporto su strada che su mezzi di trasporto specifici per la movimentazione all'interno dello stabilimento.

	UC per trasporti interni	
UC per trasporti esterni – Movimentazione meccanizzata		Movimentazione Manuale
Unità di traffico Intermodali (UTI)	Pallet	Scatola

Tab 1.9: Macrotipologie di UDC

La terminologia utilizzata per la classificazione degli imballi può assumere diversi aspetti in funzione del contesto in cui si analizza il problema. In campo industriale gli imballi, comunemente chiamati mezzi di raccolta (MdR), vengono classificati in funzione delle strutture più adatte al trasporto. Poiché gran parte dei sistemi di movimentazione utilizzati nel campo industriale sono dotati di forche, si distinguono:

- MdR forcolabili: provvisti di appositi vani che li rendono movimentabili con carrelli a forche;
- MdR non forcolabili: non sono movimentabili con carrelli a forche;
- Container: sono grandi contenitori, standardizzati a livello internazionale.

1.2.2.1.1 – Mezzi di raccolta forcolabili

In commercio esistono pallet realizzati con materiali differenti a seconda della portata che si vuole raggiungere; per questo motivo possiamo trovarne in metallo, lamiera, legno o cartone. Inoltre la sovrapponibilità delle unità di carico costituite con pallet dipende assai spesso dai materiali disposti su di esse. La sovrapposizione è possibile anche nel caso di materiali di per sé non sufficientemente resistenti qualora si scelga di adottare pallet con montanti (previste dalla norme UNI) oppure ricorrendo ad attrezzature particolari.

L'unificazione italiana si è per ora limitata a definire i tipi più comuni di pallet (UNI 5042) e le loro parti componenti. La tabella seguente ne riporta alcuni tipi e le relative definizioni. L'UNI, inoltre, ne ha normalizzato le dimensioni e le caratteristiche principali sia per quelli a

uno che a due piani (UNI 4121): in particolare, le dimensioni in pianta delle palette unificate sono le seguenti (in millimetri):

800 x 1000 / 800 x 1200 / 1000 x 1200

Pallet

Tipologia	Descrizione
Paletta	E’ una piattaforma di carico a uno o due piani poggianti su tasselli o traverse, adatta ad essere trasportata ed impilata, munita di vani liberi per consentire il trasporto con carrelli a forche.
Paletta a due vie	Paletta i cui supporti consentono l’introduzione delle forche da due lati opposti.
Paletta a quattro vie	Paletta i cui supporti consentono l’introduzione delle forche da tutti e quattro i lati
Paletta ad un piano	Possiede un solo piano destinato a ricevere il carico.
Paletta a due piani	Ha un piano superiore destinato a ricevere il carico, ed uno inferiore funzionante da appoggio.
Paletta con montanti	Munita di montanti con o senza correnti di rinforzo.

Tab 1.10: Tipologie di Pallet

I contenitori forcolabili sono caratterizzati dalla presenza di appositi vani destinati alla movimentazione con carrelli dotati di forche. Normalmente vengono utilizzati laddove risulti necessario movimentare frequentemente grossi volumi di materiale (aziende, magazzini, ecc.). La tendenza odierna, a tal proposito, è quella di utilizzare i *forklift* per il carico/scarico dei camion, quindi per la gestione del magazzino, ma di evitarne l’utilizzo per l’asservimento delle linee di produzione; questo è consentito solo in quei casi in cui non si possa (o non risulti conveniente) fare altrimenti come, ad esempio, quando la distanza tra magazzino e punto di utilizzo risulta essere molto breve.

Nella maggior parte dei casi i contenitori forcolabili sono progettati in modo da risultare multipli tra loro, in modo da ottenere la sovrapponibilità anche tra contenitori di dimensioni diverse. Resistono bene alle sollecitazioni meccaniche che possono presentarsi durante il ciclo logistico di distribuzione ed hanno lunga durata. Inoltre, in fase di immagazzinamento, non necessitano di alcuna struttura di sostegno (come scaffali o quadri svedesi).

Possiamo suddividerli in differenti tipologie:

- A parete piena o in lamiera;
- A struttura reticolare;
- In filo di acciaio o rete metallica;
- Ripieghevoli;

Le caratteristiche e le prestazioni richieste ai contenitori possono essere diversissime, così come la loro capacità o la portata. Ad esempio per valori di volume interno superiori a 1,5 m^3 i contenitori vengono comunemente denominati container.

Una limitazione alla sovrapponibilità dei contenitori proviene dall'incremento di peso che si avrebbe impilandoli l'uno sull'altro, dalla condizione di stabilità richiesta alla pila di contenitori, dalla difficoltà della loro movimentazione da parte dei mezzi di trasporto, ecc.

Lo svantaggio maggiore che deriva dall'utilizzo di contenitori forcolabili è l'ingombro che la struttura possiede sia in condizioni di lavoro (pieno), sia in fase di inutilizzo (vuoto). Questo problema è in alcuni casi risolvibile mediante l'utilizzo di contenitori collassabili tipo Shuttle – Box, la cui caratteristica più significativa è l'abbattibilità delle pareti laterali (in materiale plastico) che permette una riduzione volumetrica. Questo consente loro di avere un grandissimo impatto sull'efficienza logistica: ad esempio, avere un rapporto di abbattibilità 1:5 permette di effettuare un giro di resa di "vuoto" ogni cinque giri di "pieno", risparmiando così quattro viaggi.

Infine questi particolari contenitori sono leggeri e particolarmente resistenti agli agenti atmosferici.

Dimensioni	Portata Max [kg]	Portata Statica [kg]	Tara [kg]
800x600x600	500	1500	32
800x600x800			
1200x800x800			
1200x800x1120			
1200x1000x800			
1200x1000x1120			

Tab 1.11: Contenitori plastici abbattibili

1.2.2.1.2 – Mezzi di raccolta non forcolabili

Come suggerisce il nome, fanno parte degli MdR non forcolabili tutti gli imballi che non hanno la possibilità di essere movimentati con carrello dotato di forche. Generalmente vengono utilizzati per prodotti di dimensioni/peso limitato laddove, per esigenze logistiche o di marketing, non risulti conveniente l'utilizzo di contenitori più capienti.

Ne consegue che, per ottimizzare il numero di movimentazioni legate principalmente al trasporto/immagazzinamento, i contenitori con tali caratteristiche vengono raggruppati in pallet originando così l'unità di carico.

I materiali più comunemente utilizzati per la produzione degli MdR non forcolabili sono il cartone, la plastica ed il metallo, ed hanno il pregio di essere leggeri, maneggevoli e resistenti agli urti. I più noti sono i contenitori *Odette,* realizzati in materiali plastici, con dimensioni standard e multiple tra loro per garantirne facilità di movimentazione ed accatastamento (anche nei casi in cui siano di dimensioni differenti).

Dimensioni	Tara [kg]	Portata Max [kg]	Impilabilità [kg]
600x400x320	3.9	50	600
600x400x220	2.9		
400x300x220	1.74		
300x200x150	0.6		

Tab 1.12: Cassette *Odette.*

1.2.2.1.3 – I container

Oltre ad un certo volume interno (1 ÷ 1,5 m³ di volume *utile*) i contenitori sono sovente denominati container. Essi sono specialmente concepiti per il trasporto di merci con uno o più mezzi di trasporto; sono infatti muniti di dispositivi che facilitano il trasbordo da un mezzo di trasporto ad un altro. Per tale motivo, risultano adatti per il cosiddetto trasporto *porta a porta*, cioè direttamente dallo stabilimento di produzione al destinatario, mediante trasporto intermodale (autocarri, carri ferroviari, navi, ecc.). I container possono essere costruiti in acciaio, in alluminio, in acciaio ed alluminio, in compensato o in fibra di vetro (i montanti d'angolo sono però sempre in acciaio). L'unificazione italiana annovera le seguenti norme:

- *UNI 6581-69: termini e definizioni;*

- *UNI 7011-72: tipi, dimensioni e caratteristiche generali;*
- *UNI 7012-72: blocchi d'angolo (tipi, dimensioni e caratteristiche).*

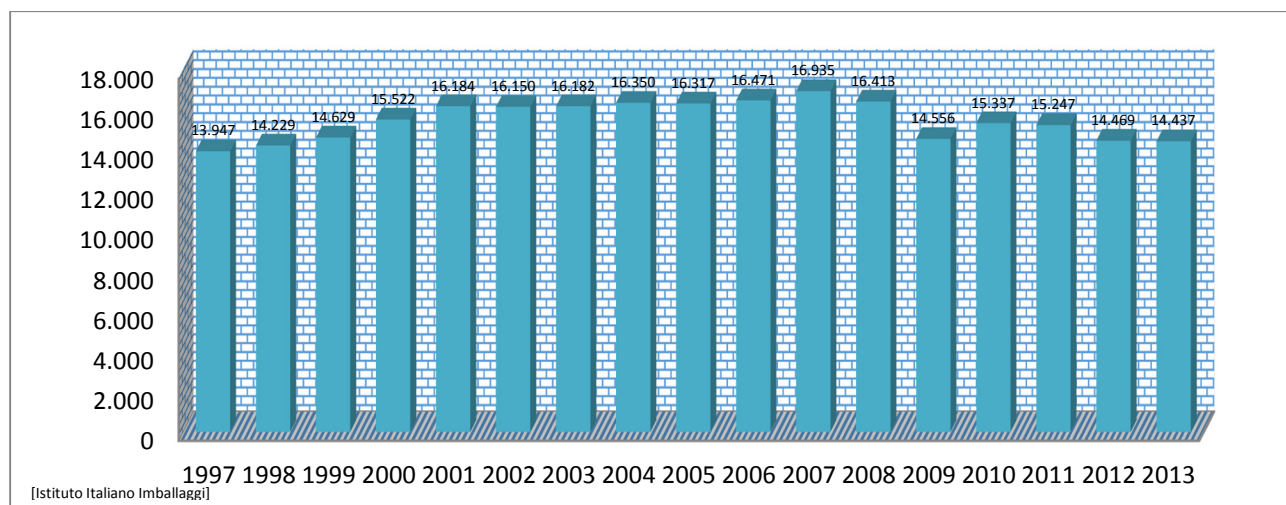
	CLASSE	VOLUME ESTERNO [m³]	LUNGHEZZA		LARGHEZZA		ALTEZZA		MASS. TONN. LORDO
			mm	toll.	mm	toll.	mm	toll.	
40 PIEDI	A	72,28	12190	2 -8	2435	3 -2	2435	3 -2	30
30 PIEDI	B	54,1	9125	0 -10	2435	3 -2	2435	3 -2	25
20 PIEDI	C	35,9	6055	3 -3	2435	3 -2	2435	3 -2	20
10 PIEDI	D	17,73	2990	1 -4	2435	3 -2	2435	3 -2	10

Tab 1.13: Classificazione dei containers

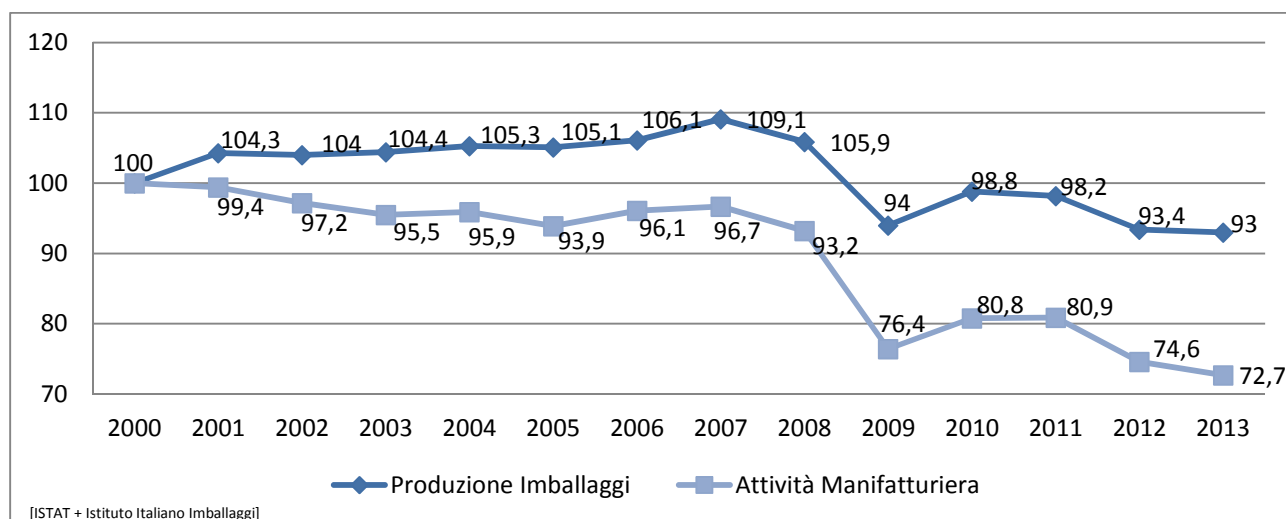
1.3 – Economia ed imballaggio

L'industria dell'imballaggio si colloca fra i settori più efficienti e competitivi del sistema produttivo mondiale, con un forte saldo attivo negli scambi con l'estero e con posizioni di leadership a livello mondiale nell'innovazione tecnologica. La produzione di ricchezza operata dagli imballaggi è dunque evidente. Non altrettanto evidente ne è la misura, soprattutto se si intende fare una ricerca mirata per settore; per queste ragioni verrà presentata un'analisi intersettoriale, quindi non focalizzata solamente sugli imballi industriali presentati sino ad ora; pertanto è bene intendere i dati che verranno riportati prettamente come indicazione dell'importanza dell'imballo all'interno dell'industria manifatturiera globale.

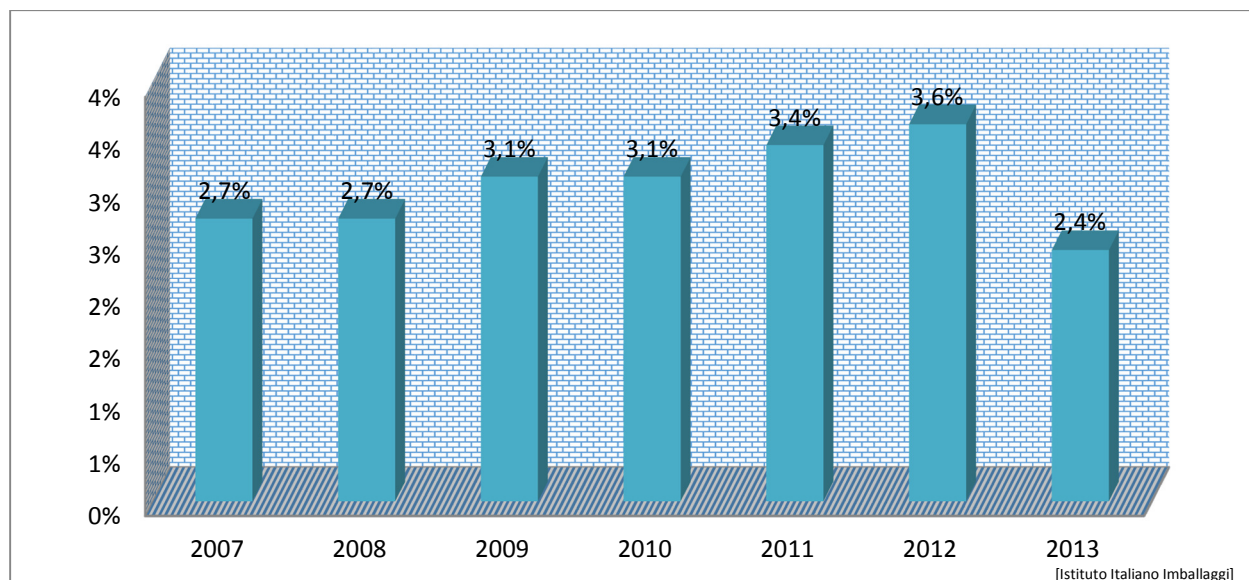
Il dati del 2013 sulla produzione mondiale di imballaggi hanno sottolineato un volume d'affari di 540 miliardi di euro, di cui le principali aree sono: l'Asia, con uno share del 31% (e tendenzialmente in aumento), il Nord America con il 26% e l'Europa Occidentale con uno share del 23,5%. Seguono l'area dell'Europa dell'Est (compresa la Russia) con una partecipazione del 9%, il Sud Centro America con uno share complessivo del 6%, l'Africa con il 2,5% (in crescita), e l'Oceania, con il 2. L'Italia, con un fatturato di circa 29,3 miliardi di Euro, rappresenta il 5,4% della produzione mondiale, collocandosi tra i dieci paesi maggiori produttori di imballaggi. Nel 2013 il settore nazionale dell'imballaggio ha rappresentato il 3,8% del fatturato dell'industria manifatturiera e l'1,8% del PIL (valori a prezzi correnti). La produzione espressa in peso è stata di 14.437.000 tonnellate, segnando una flessione dello 0,2% rispetto al 2012.

Il seguente grafico riassume i dati relativi alla produzione italiana di imballaggi dal 1997 al 2013, in migliaia di tonnellate:

Graf 1.1: Andamento produzione imballi '97-'13

Come possiamo intuire dalla flessione registrata dal 2008 in avanti, anche questo settore ha subìto la crisi economica globale che ha profondamente segnato l'industria manifatturiera (specialmente quella automobilistica) alla fine del primo decennio del nuovo millennio.

Il grafico successivo, invece, compara il trend evolutivo della produzione di imballaggi rispetto all'attività manifatturiera, a maggiore testimonianza che i due hanno seguito lo stesso andamento:

Graf 1.2: Confronto industria imballi vs industria manifatturiera

Come si può notare, l'industria dell'imballaggio dimostra un andamento piuttosto in linea con quello dell'industria manifatturiera, a dimostrazione di quanto le due siano legate.

Inoltre, è interessante il dato relativo all'incidenza del costo degli imballaggi sul fatturato globale dell'industria manifatturiera.

Graf 1.3: Incidenza costo imballi su fatturato industria manifatturiera

Concludendo, è bene sottolineare l'andamento del mercato dell'industria italiana dell'imballaggio (valori espressi in migliaia di tonnellate):

	Produzione		Export		Import	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Acciaio imballaggi leggeri	656	650	224	227	11	12
Fusti in acciaio	95	93	10	11	1	
Alluminio	103,3	106,8	45,4	46	16,8	20,3
Imballaggi cellulosici	4.722	4.744	521	532	124	112
Contenitori rigidi poliaccoppiati	134	132				
Legno	2.214	2.155	128	126	267	269
Plastica	2.634	2.583				
Imballaggi flessibili da converter	324	337	152	159	3	3
Vetro	3.414	3.458	412	442	571	522
Altro	28	28				
TOTALE	**14.324**	**14.287**				

Tab 1.14: Andamento produttivo settore italiano imballi

1.4 – Imballi ed impatto ambientale

La sostenibilità ambientale, nella nostra società, è in continua espansione e l'ecologia ed il rispetto dell'ambiente sono uno dei temi più scottanti, discussi e più volte ripresi dai media. Per questo motivo è obiettivo di molte aziende convincere il proprio mercato, il proprio pubblico di riferimento, di avere sensibilità, tecnica e programmazione per evitare consumi inutili e, conseguentemente, inquinare di meno. Essere "green" è dunque un modo per ottenere consensi e guadagnare così un elevato ritorno di immagine e vantaggio competitivo nei confronti della concorrenza, oltre che per sviluppare un metodo più etico di agire sul mercato.

Le imprese moderne, ovvero quelle maggiormente orientate al futuro, hanno individuato una relazione tra l'avere una politica aziendale ecologista ed il conseguimento di risultati interessanti in termini di riduzione dei costi e ottimizzazione delle proprie risorse.

Un ottimo esempio è proprio quello del Gruppo FCA, il quale, da parecchi anni ormai, sta adattando i principi di World Class Logistics (WCL), che definisce i processi logistici per gli stabilimenti e la rete dei fornitori, allo scopo di soddisfare requisiti di sicurezza, ergonomia, eco-compatibilità e ottimizzazione dei flussi, aspetti che hanno orientato l'azienda all'applicazione dei *Green Logistics Principles* che, in coerenza con le Linee Guida Ambientali del Gruppo sulle quali si basano, forniscono indicazioni su come contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale agendo su quattro aree principali:

- Incremento di trasporti a emissioni ridotte;
- Impiego di soluzioni intermodali;
- Saturazione dei mezzi di trasporto;
- Riduzione dei materiali di imballo e di protezione.

Tutto ciò ha consentito all'azienda, come riportato nel Bilancio di Sostenibilità Ambientale, di ridurre le emissioni di CO2 del 9,5%, passando da 187,6 migliaia di tonnellate/anno del 2012 alle 169,8 dell'anno successivo.

Per poter ottenere questi risultati sono molti i punti su cui l'azienda può focalizzarsi: tra questi, ad esempio, prevedere l'utilizzo di veicoli che effettuano trasporto su gomma ad alta classificazione euro (4,5,6) o ad alimentazione elettrica o biologica, l'avere un eccellente sistema manutentivo dei propri mezzi di trasporto, l'attuazione di politiche di *green warehouse*, vale a dire di sistemi per la riduzione dell'impatto ambientale di magazzino

attraverso la realizzazione di progetti volti alla riduzione dei consumi energetici, come, ad esempio, l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili per riscaldamento ed illuminazione, la progettazione di un network distributivo efficiente, in modo da ridurre i chilometri di percorrenza, aumentare la saturazione dei mezzi di trasporto mediante specifici software, adottare politiche di *cross docking*, operazione mediante la quale la merce che arriva da più destinazioni viene scaricata e (almeno in parte) ricaricata direttamente su altri mezzi senza sosta a terra, riducendo così le manipolazioni necessarie, l'adozione di trasporti intermodali, che possono ridurre l'impatto ambientale delle emissioni legate al trasporto via gomma (mare: consumi pari a 7÷21 tCO2e/tkm, rotaia: 18 tCO2e/tkm, gomma: 180 tCO2e/tkm), ed infine, la razionalizzazione del packaging: in termini logistici, avere un packaging di dimensioni e peso standard può comportare grossi vantaggi in termini di efficienza in quanto permette di ottenere una maggiore facilità nella gestione della movimentazione, poiché facilita le operazioni di carico/scarico delle merci sui mezzi di trasporto e, se l'imballo è studiato per avere massima compatibilità con quest'ultimo, ne consente una maggiore saturazione, comportando così una conseguente riduzione dell'impatto ambientale legato alle emissioni, strettamente legate con tratte/giri da effettuare per il trasporto dei volumi necessari.

Inoltre anche il materiale con cui è costituito l'imballo ha forte impatto sull'ambiente; per questo motivo la tendenza odierna è quella di utilizzare contenitori riutilizzabili, riducendo drasticamente l'impiego dei cosiddetti contenitori "a perdere", vale a dire quelli che, una volta utilizzati, vengono gettati, riducendo inoltre l'impiego di imballi di natura cellulosica o in legno.

CAPITOLO 2 – I MEZZI DI RACCOLTA SPECIFICI

2.0 – I mezzi di raccolta specifici

I contenitori industriali possono essere suddivisi in due tipologie: *specifici* o *standard.* Si chiamano *standard* i contenitori che vengono uniformati rispetto a particolari criteri stabiliti a livello nazionale e/o internazionale oppure legati alla tipologia di azienda e alle esigenze produttive. Qualora non sia possibile usare contenitori *standard* si ricorre a *contenitori specifici* che si adattano a particolari esigenze (ad esempio contenitori con apposite protezioni per il trasporto di merci fragili).

Nel settore automotive in particolare il prodotto è composto da migliaia e migliaia di componenti, molti dei quali presentano caratteristiche dimensionali, qualitative o logistiche tali da necessitare mezzi di raccolta dotati di particolari attrezzamenti per il loro contenimento; un esempio tipico è il motore, elemento appartenente alla linea di montaggio (vale a dire tutti quegli elementi che vengono assemblati sulla scocca finita) che, in molti casi, possiede tutte e tre le caratteristiche che fanno sì che questi venga stoccato all'interno di un contenitore specifico; è un esempio reale quello di un motore Chrysler montato su due modelli di FCA prodotti in Italia, il quale viene realizzato a Detroit ed in seguito trasportato via nave in Europa: in questo caso particolare il motore non solo viene inserito in un contenitore specifico a causa delle sue dimensioni o della sua delicatezza, ma anche perché necessita di attrezzamenti particolari per evitare che lungo la tratta marittima l'azione corrosiva della salsedine rovini il prodotto.

Fig.2.1: Esempi di contenitori specifici

Le immagini riportano alcuni esempi molto esplicativi di contenitore specifico: come possiamo notare la complessità del mezzo di raccolta dipende fortemente dall'elemento trasportato; l'immagine in basso a destra, ad esempio, rappresenta il mezzo di raccolta utilizzato per il trasporto di un *padiglione*, il quale possiede colonnine ergonomiche che permettono il posizionamento dell'elemento garantendo una postura stabile agli operatori che lo manovrano: il padiglione in questione viene posizionato sul primo alloggiamento disponibile, dopodiché si va a posizionare, grazie ad un sistema di leveraggi, su quello più in basso ancora non occupato; in questo modo gli operai mantengono una corretta postura non dovendo piegarsi per inserire gli elementi più in basso, riducendo così l'affaticamento ed incrementando al contempo la velocità di lavoro.
Questo esempio particolare è uno dei più caratteristici, poiché serve per sottolineare bene quanto studio vi sia dietro questi elementi e quanto lavoro di ingegneria vi sia nel ricercare la migliore soluzione per far combaciare esigenze logistiche, qualitative e dimensionali dell'elemento.
Il materiale di cui sono costituiti può essere acciaio o plastica: nel primo caso, di cui abbiamo alcuni esempi nella pagina precedente, si ha un contenitore appositamente creato per l'elemento sia per quanto riguarda le sue dimensioni esterne, sia per quelle interne, oltre, ovviamente, agli attrezzamenti di cui può essere dotato per il contenimento dell'elemento; nel secondo caso, invece, è consuetudine avere un contenitore di dimensioni standard, al quale viene applicato un attrezzamento interno su misura del pezzo. La figura successiva mostra un esempio di questa particolare tipologia di contenitore applicata ad un elemento di montaggio noto come *hot end* (elemento facente parte la tubazione di scarico).

Fig.2.2: Esempi di contenitori specifici

Come possiamo vedere, al contenitore, un normalizzato tipo *titan* di dimensioni 1200x1000x900, è applicato un attrezzamento interno molto particolare, un vassoio in materiale polimerico fatto su misura del pezzo; anche questa particolare tipologia di mezzo di raccolta rientra nella famiglia degli specifici.

2.1 – Il processo di progettazione

Per quanto riguarda la fase di design dei contenitori specifici esistono una serie di criteri che i progettisti devono tenere in considerazione durante tutta la fase di ideazione del mezzo di raccolta, i quali influiscono sulle dimensioni, sugli attrezzamenti interni e sulla conformazione fisica. Questi criteri saranno argomento di ampia trattazione nel Capitolo 3, in cui verrà presentata un'analisi dedicata.

Il processo inizia con una specifica analisi sull'elemento che dovrà essere contenuto, per capire anzitutto se il mezzo di raccolta più adeguato sia un contenitore normalizzato o uno specifico; tra i criteri che influiscono in questo tipo di decisione vi sono qualità e dimensioni fisiche dell'elemento da contenere: se, ad esempio, l'elemento in questione fa parte di un componente estetico, vale a dire un particolare che andrà in vista sul veicolo, oppure se le sue dimensioni sono troppo grandi perché possa essere contenuto in un contenitore standard, la scelta finale ricadrà su uno specifico. Lo step successivo riguarda la progettazione vera e propria: il designer, grazie all'utilizzo di specifici software di disegnazione come *Unigraphics*, prodotto dall'azienda tedesca Siemens, può costruire il mezzo di raccolta più adatto a contenere l'elemento in questione; questo non è un processo che ogni volta parte da zero, ma, per una questione di comodità, inizia da una base standard alla quale vengono applicate opportune modifiche a seconda delle necessità.

Una volta che il progetto è completato il contenitore così realizzato dovrà essere sottoposto all'approvazione preliminare in specifiche riunioni *wpi (workplace integration)* da parte di vari enti quali qualità, ergonomia, sicurezza e plant, i quali potranno dare la loro approvazione oppure imporre modifiche dimensionali, fisiche o di posizionamento dell'elemento, per garantire che l'operatore non si affatichi durante la sua movimentazione, che non urti o possa perdere l'equilibrio all'interno del contenitore, che mantenga la produttività di progetto durante l'intero turno, ecc…

Passato questo step il successivo consiste nella realizzazione di un minilotto formato da una decina di contenitori, allo scopo di testarli in plant per simularne l'utilizzo quotidiano ed i flussi che dovranno seguire, in modo tale da valutarne eventuali problematiche che possano sorgere durante gli spostamenti; la valutazione/condivisione di questo campione di mezzi di raccolta avviene nello stabilimento, dove gli specialisti effettuano una valutazione e, qualora sottolineino alcune incompatibilità pratiche con i processi di produzione, impongono una

modifica del mezzo di raccolta che, se dovuta ad errori di progettazione ricade, come voce di costo, sull'ente preposto alla sua realizzazione.

Ad esempio può essere valutato che il contenitore abbia una capacità troppo elevata e che durante il trasporto i pezzi, essendo troppo vicini uno all'altro, rischino di toccarsi, oppure che gli attrezzamenti previsti non garantiscano un adeguato contenimento del pezzo, rendendo pericolosa la movimentazione sia per la qualità dello stesso che per la sicurezza degli operatori.

Può poi succedere che, siccome i contenitori vengono realizzati a partire dallo step 3 (intermedio) di matematica del prodotto, una volta giunto lo step 5, quello definitivo, gli elementi abbiano una forma differente; di conseguenza sia macchinari che contenitori devono essere appositamente riprogettati e vengono pertanto sottoposti ad una *ODM* (ordine di modifica); in questo caso la responsabilità in termini economici ricade sull'ente Piattaforma (Direzione Tecnica).

Superato questo step l'ultima fase prevede la fornitura dei restanti contenitori, la quale dovrà avvenire assolutamente entro il *job one*, ovvero il giorno di avvio della produzione del nuovo modello di veicolo, ed il cui volume sarà ovviamente stabilito in funzione dei volumi produttivi previsti e, di conseguenza, del numero di elementi contenuti nello specifico contenitore in circolo durante la produzione.

2.1.1 – Benchmarking Fiat-Chrysler

Un'interessante suggerimento per quanto riguarda la fase di prototipazione e accettazione del progetto del mezzo di raccolta presentata nel paragrafo precedente è emerso durante un Workshop realizzato tra gli enti logistici di Fiat ed i cugini d'oltreoceano di Chrysler: riguarda la possibilità di inserire, sulle preserie inviate dal fabbricante al plant per la fase di test precedente a quella di wpi, un chip da applicarsi direttamente sul mezzo di raccolta ed in grado di registrare qualsiasi tipo di movimento o urto subito dal contenitore su cui è installato. Questo dispositivo può poi essere collegato ad una macchina in grado di simulare tutte le forze entrate in gioco, andando così ad individuare eventuali accorgimenti tecnici o fisici da riportare sul mezzo di raccolta. In questo modo si crea efficienza, in quanto l'individuazione di un problema è più rapida e tempestiva. Dati raccolti dagli analisti Chrysler, infatti, testimoniano come questo accorgimento porti ad un più rapido intervento nel 95% dei casi.

Supponiamo, ad esempio, che il contenitore venga testato senza l'applicazione di questo particolare chip di controllo: viene simulato l'intero ciclo che il contenitore dovrà seguire durante la realizzazione, ma qualcosa va storto; nella peggiore delle ipotesi il contenitore tornerà al plant danneggiato o con alcuni pezzi danneggiati: da questo momento dovrà dunque partire un'indagine per capire che cosa ha provocato il danneggiamento, indagine che potrà occupare parecchio tempo e, di conseguenza, parecchio denaro. Mediante l'utilizzo del *datasaver*, una volta che questi sarà collegato ad un computer, sarà possibile individuare l'esatta causa del danneggiamento ed intervenire conseguentemente con prontezza.

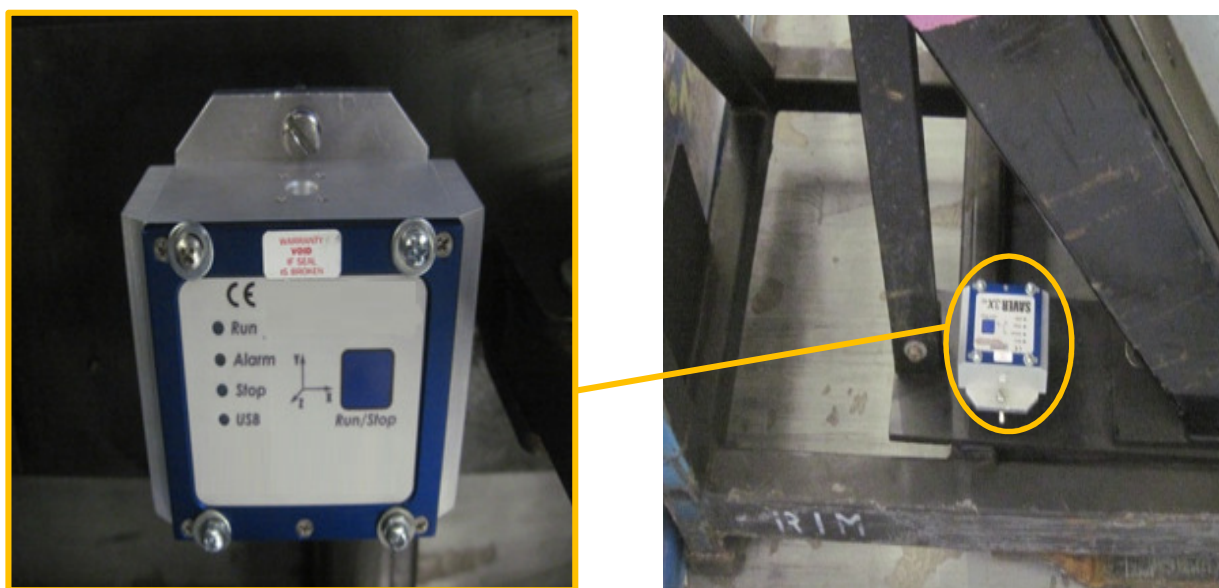



Fig.2.3: Data Saver utilizzato nei plant Chrysler

Un ulteriore aspetto di fondamentale importanza legato a questo tipo di strumento è il fatto che questi permette di archiviare i dati, creando così un database che possa agire da fondamenta per applicazioni future. Una vera e propria *lesson learned* che, in ottica di miglioramento continuo, aspetto tipico della *Lean Production*, assume fondamentale importanza per quanto riguarda la creazione di efficienza e l'orientamento dell'azienda verso il superamento dei propri limiti.

Ovviamente questa tipologia di applicazione rappresenta un investimento importante per quanto riguarda il budget dedicato a questa branca della logistica poiché comprende, oltre alla parte hardware, ovvero al chip da applicarsi sul mezzo di raccolta, anche il software per l'analisi dei risultati; per ovvie ragioni di segretezza industriale questi dati di costo non possono essere riportati, però è sufficiente sottolineare come analisi di costo effettuate dagli analisti Chrysler testimonino che il saving generato dall'applicazione di questo strumento in

fase di preserie abbia un andamento esponenziale, tanto che si presenti ritorno di investimento già dalla seconda settimana di utilizzo.

2.2 – Cenni sul processo di fabbricazione

Il processo di fabbricazione dei contenitori specifici rientra tra le attività di carpenteria; le carpenterie metalliche, secondo definizione, usano come elementi barre profilate, ferri piatti e lamiere, uniti tra loro mediante chiodatura o, preferibilmente, saldatura (come nel caso dei mezzi di raccolta specifici, appunto). A livello generale questo tipo di operazioni non hanno un alto livello di precisione; vengono comunemente utilizzate, infatti, tolleranze parecchio ampie (dell'ordine di grandezza dei millimetri). Le caratteristiche principali che questa operazione deve apportare alla realizzazione dei contenitori specifici riguardano ovviamente la stabilità delle saldature, le quali devono garantire una resistenza agli urti per tutta la durata utile del mezzo di raccolta, resistenza agli agenti atmosferici (per i quali vengono effettuati appositi trattamenti come la zincatura o l'applicazione di specifiche tipologie di vernice) ed, al contempo, anche un basso costo di realizzazione, in quanto i volumi di acquisto sono, come vedremo, molto elevati.

Per mantenere un basso costo di realizzazione, oltre all'avere tolleranze ampie, è necessario mantenere le tempistiche più basse possibili; per fare ciò vengono utilizzate, per agevolare la saldatura dei componenti, delle *dime* in metallo che guidino l'accoppiamento tra gli elementi rendendolo il più rapido possibile. La dima, anche detta maschera o mascherone, è una forma o una sagoma, che viene realizzata per poter riprodurre una spaziatura, il profilo di un oggetto, o l'oggetto stesso. Con le dime si possono regolare, predisporre ed assemblare diverse parti che debbano essere necessariamente calibrate millimetricamente tra di esse. Il vantaggio principale che questo strumento ha se applicato ad un'operazione manuale, come quella presa in esame, è favorire la ripetibilità del processo e permettere *un'ottimizzazione della produzione in serie*.

Ne consegue che più le strutture dei contenitori sono tra di loro uguali più rapido sarà il processo di fabbricazione degli stessi, in quanto sarà sufficiente un numero ristretto di dime. Se, al contrario, il numero di tipologie di mezzi di raccolta da realizzare è elevato, risulterà più difficile l'applicazione di un numero ridotto di maschere; conseguentemente i tempi di fabbricazione ed i costi aumenteranno, in quanto risulterà impossibile la realizzazione di economie di scala. Se, per assurdo, avessimo un contenitore su misura per ogni pezzo (situazione proposta nel Capitolo 5), risulterebbe sconveniente l'utilizzo di una dima, perché,

per ogni struttura, sarebbe necessario realizzarne una; di conseguenza non potendo applicare una maschera la fabbricazione risulterebbe estremamente più lenta, in quanto ogni accoppiamento andrebbe eseguito manualmente, aumentando a dismisura il costo di produzione e, di conseguenza, il prezzo d'acquisto.

Questo aspetto è uno dei punti a favore della standardizzazione dei mezzi di raccolta: avendo solo un numero limitato di dimensioni l'utilizzo della dima nella realizzazione del contenitore sarebbe la soluzione ideale, in quanto con la stessa maschera si potrebbero realizzare molti più mdrs, garantendo, in questo modo, il formarsi di economie di scala.

2.3 – Panoramica sui flussi logistici

Parlando del processo di prototipazione e di accettazione del progetto abbiamo sottolineato come, per essere approvato, un contenitore debba simulare, in fase di preserie, quello che sarà il flusso logistico che seguirà una volta che la produzione del veicolo sarà avviata; questa fase avviene sia in presenza del datasaver di cui abbiamo parlato nel punto 2.1.1, sia in sua assenza. In questo paragrafo verranno dunque presentati quelli che possono essere questi flussi logistici, in accordo con quelli che sono i principi della World Class Logistics:

2.3.1 – Just In Sequence (JIS)

Con il termine Just In Sequence si intende una particolare tipologia di flusso che prevede che i componenti vengano consegnati secondo una particolare sequenza, in accordo con quella che è la sequenza di assemblaggio in linea, ordinata da una schedulazione della produzione in ottica *pull*. Una caratteristica molto importante di questo flusso sta nel fatto che richiede un piccolo buffer da situarsi il più vicino possibile al punto di utilizzo del componente in linea. In altre parole, una linea tipicamente soggetta a questo tipo di flusso è quella del montaggio, in cui, a seconda degli ordini di produzione, in linea si possono presentare diversi veicoli sui quali dovranno essere assemblati optional diversi; ad esempio, per quanto riguarda i volanti sarà bene organizzarsi in sequenza a seconda delle esigenze (in linea sta per arrivare un autoveicolo sul quale dovrà essere montato un volante con i comandi incorporati per la radio, dunque il primo elemento nel contenitore dovrà essere proprio quello relativo a questa particolare esigenza).

Questo tipo di flusso può essere suddiviso in diverse tipologie:

2.3.1.1 – JIS1

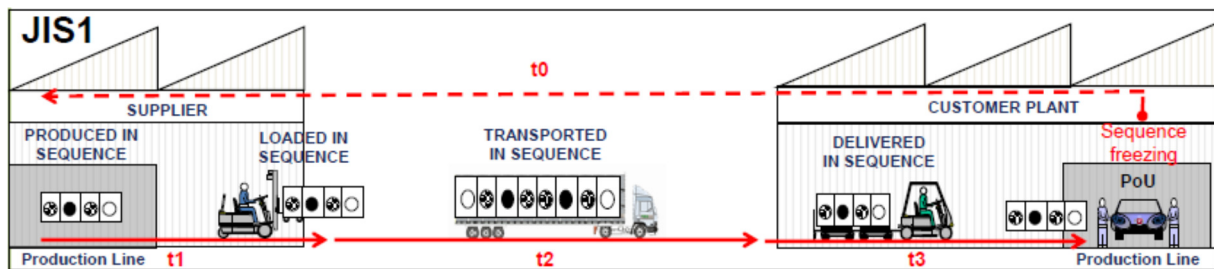



Fig.2.4: JIS 1

La caratteristica principale di questo tipo di flusso è il fatto che il sequenziamento avviene già in casa del fornitore; in questo modo, dunque, la sequenza di assemblaggio comanda la produzione il più a monte possibile. Come possiamo dunque facilmente comprendere questo tipo di flusso è quello che maggiormente rispetta le logiche Lean.

2.3.1.2 – JIS 2

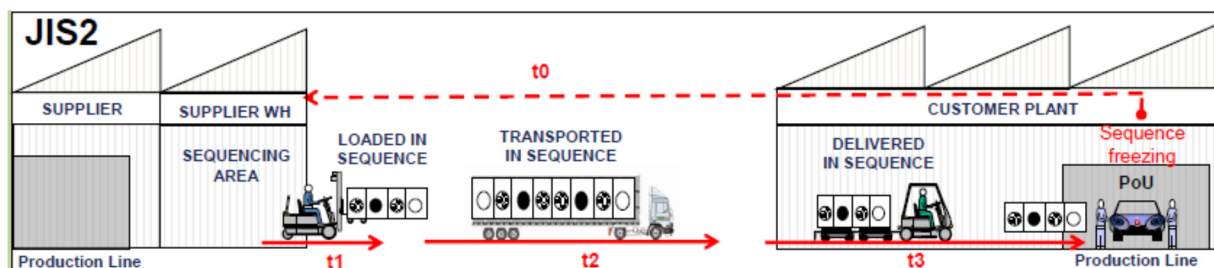



Fig.2.5: JIS 2

La caratteristica principale di questa seconda variante del just in sequence sta nel fatto che le logiche di assemblaggio non vengono più rispettate il più a monte possibile, ma si fermano "al di fuori" della linea del fornitore; in altre parole il fornitore produce con le logiche secondo lui più consone, dopodiché utilizza un'apposita area denominata area di sequenziamento all'interno della quale ordina gli elementi secondo quelle che saranno le sequenze di assemblaggio, prelevandoli da uno stock di prodotti finiti ed inviando il tutto, rigorosamente nell'ordine corretto, al cliente. Se quella precedente era una produzione in sequenza, questo può essere definito trasporto in sequenza.

Quindi questo tipo di flusso, che influenza la logica di carico/scarico al momento del trasporto dei prodotti, non è il più efficiente in quanto non rispecchia pienamente quelle che sono le linee guida di una produzione snella, le quali suggeriscono di ridurre gli stock a zero.

2.3.1.3 – JIS 3

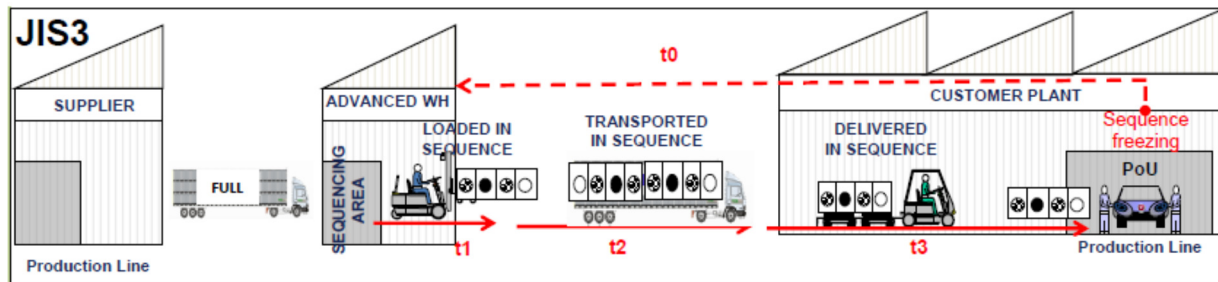



Fig.2.6: JIS 3

Questo particolare tipo di flusso è indiretto; il fornitore, in questo caso, invia la merce in ordine sparso senza seguire le logiche di assemblaggio imposte dagli ordini del cliente a valle. Vi è un punto intermedio tra stabilimento del fornitore e stabilimento del cliente rappresentato da un magazzino, all'interno del quale le merci in arrivo vengono stoccate per poi essere sequenziate a seconda degli ordini che arrivano dal plant secondo quella che è una logica *kanban*. Quindi la sequenza di assemblaggio influenza solamente il carico/scarico delle merci presso il magazzino cliente.

Come possiamo dunque intuire ogni variante del just in sequence rappresenta un passo in più verso l'allontanamento dalle logiche lean. A supporto di questa affermazione vi è il fatto che sorgono stock di entità sempre maggiore. Inoltre, man mano che ci si allontana dalla condizione ideale, crescono lead time, costo di movimentazione e livello di stock.

2.3.1.4 – JIS 4/5

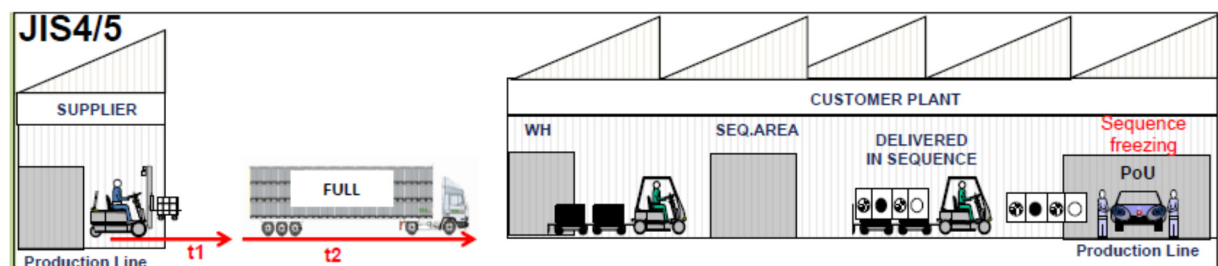



Fig.2.7: JIS 4/5

Entrambe queste tipologie di JIS prevedono che il sequenziamento avvenga all'interno di un'apposita area all'interno dello stabilimento cliente dopo il trasporto da magazzino.

JIS4: in questo caso il sequenziamento è svolto nell'area di produzione da persone *interne,* vale a dire dipendenti dell'azienda cliente;

JIS 5: in questo caso, invece, sono dipendenti *esterni* coloro che sono preposti al sequenziamento.

Entrambe queste ultime due tipologie di processo potranno essere accoppiate con un precedente flusso Just In Time o con uno Indiretto, che verranno analizzati successivamente.

2.3.1.5 – Il Kitting

Parlando di mezzi di raccolta non si può non citare il *kitting*, soluzione parecchio utile in quei casi in cui il lato linea sia particolarmente ristretto e quindi non vi sia spazio sufficiente per posizionare contenitori di pieno e vuoto di ogni elemento interessato ad una particolare attività produttiva. Il kitting, in generale, consente di posizionare all'interno di un solo contenitore più elementi caricabili sulla stessa Operazione; qualora si adottasse, ad esempio, un kit costituito da quattro elementi, a lato linea vi sarebbero due spazi, uno per il pieno e l'altro per il vuoto; se invece questi venissero trasportati singolarmente sarebbero necessarie otto postazioni, quattro per i pieni e quattro per i vuoti; si capisce dunque il principale vantaggio che questa tipologia di soluzione possa comportare, soprattutto in quei casi in cui gli spazi siano ridotti.

Spesso, nelle unità operative di montaggio, si adotta anche una logica di sequenziamento ben definita dipendente dal flusso di elementi in produzione, che consente di avere a lato linea solo gli elementi necessari in quel momento.

Uno dei riscontri positivi dell'applicazione di questo tipo di soluzione è quello di poter intervenire nella riduzione delle cosiddette operazioni *NVAA (Not Value Added Activities)* per incrementare la produttività della linea: infatti, avendo tutto il necessario nelle vicinanze, l'operatore dovrà compiere meno spostamenti. Possiamo dunque dire che il kitting permette, tra le altre cose, di ottimizzare la movimentazione dei materiali lato linea.

Questa soluzione diviene conveniente in quei casi in cui l'area da dedicargli (detta area di kitting o supermarket, in cui il carrello di kitting viene costituito) sia limitrofa al punto di utilizzo e soprattutto se opportune analisi sottolineino dissaturazione degli operatori: se il tempo ciclo è, ad esempio, di sei minuti e l'attività di un operaio è di tre, questi risulterà dissaturo al 50%; sarà possibile occupare i tempi morti assegnandogli la realizzazione del kit, ottenendo così lo svolgimento di un'attività a titolo del tutto gratuito; se così non fosse, infatti, sarebbe necessario dedicare un operatore alla suddetta attività, generando così

un'inefficienza legata all'avere un individuo pagato per svolgere un'operazione che, di per se, non genera valore.

Proprio a causa della natura di per sé senza valore aggiunto di questo tipo di soluzione, è bene che venga applicata solo quando strettamente necessario ed a fronte di un'analisi b/c approfondita.

Fig.2.8: Esempio di modello virtuale di carrello per kitting

Un esempio molto particolare di kit riguarda l'Alfa Romeo 8C, vettura Grant Turismo prodotta in serie limitata a partire dal 2007 in configurazione coupé e da cui è derivata, nel 2009, la versione 8C Spider. Questo particolare modello è stato realizzato in soli mille esemplari (cinquecento per tipo) negli stabilimenti di Mirafiori; proprio a causa della natura *di nicchia* del prodotto si decise di costituire un grande kit, di dimensioni 3400x2400x1150, contenente tutti i componenti facenti parte la scocca del veicolo e provenienti da un fornitore *buy*, in modo tale da sgravare i costi di progettazione e fabbricazione legati all'avere un mezzo di raccolta specifico differente per ogni elemento, ottenendo, al contempo, un assemblaggio più snello e gestibile.

Fig.2.9: Alfa Romeo 8C Competizioni

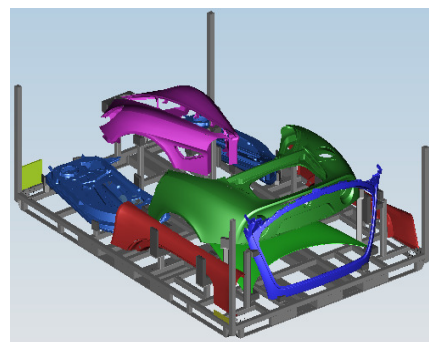
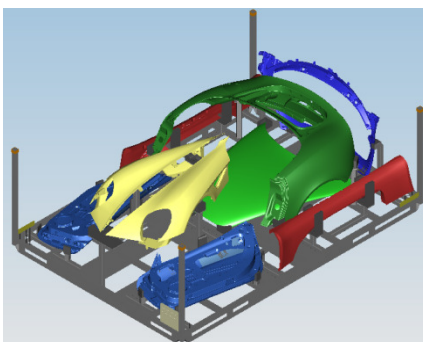



Fig.2.10: Kit Alfa Romeo 8C

2.3.2 – Just In Time

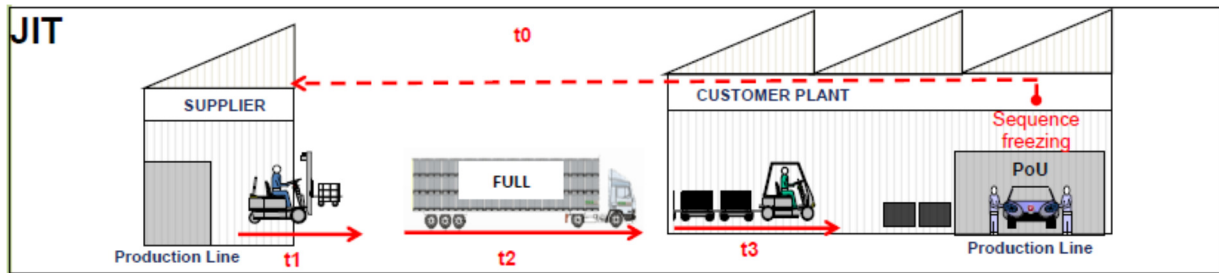



Fig.2.11: JIT

La caratteristica principale del flusso just in time, tipico del Toyota Production System (TPS) e volto a ridurre ogni forma di spreco, sta nel fatto che i componenti vengono consegnati nella quantità in cui saranno consumati, seguendo quello che può anche essere definito *flusso teso*. I componenti vengono consegnati in specifiche aree di stoccaggio momentaneo situate vicino al punto di utilizzo. Non esiste un magazzino di elementi, il che rende dunque bassi i livelli di stock, bassi i lead time ed i costi di movimentazione.

E' bene sottolineare che Just In Sequence *e'* Just In Time organizzato a seconda delle logiche di assemblaggio. Possiamo dunque definirlo un'estensione, una versione ancora più lean, del just in time.

2.3.3 – Indiretto 1

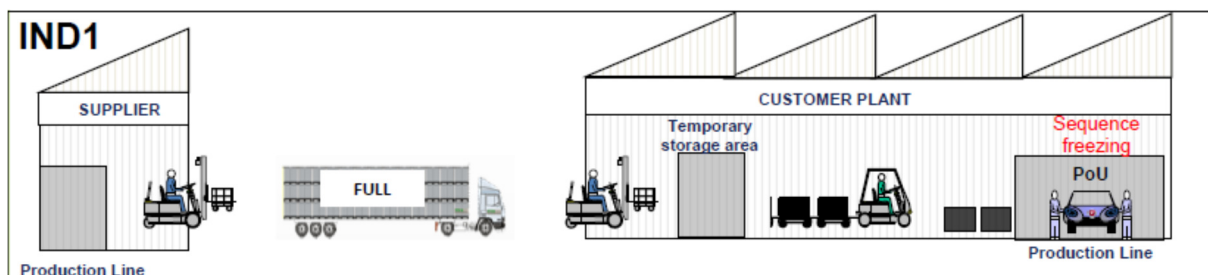



Fig.2.12: Indiretto 1

La logica tipica di questo particolare flusso è caratterizzata da una produzione volta a creare stock (*push*). Con questa soluzione, dunque, il lead time, cioè il tempo che intercorre tra quando un elemento entra in produzione e quando esce sotto forma di prodotto finito, si dilata, così come i costi di movimentazione dovuti alla presenza di magazzini temporanei, i quali vengono comunque collocati in aree limitrofe al punto di utilizzo per evitare che i tempi si dilatino ulteriormente e che si vengano dunque a creare gravi inefficienze logistiche.

2.3.4 – Indiretto 2

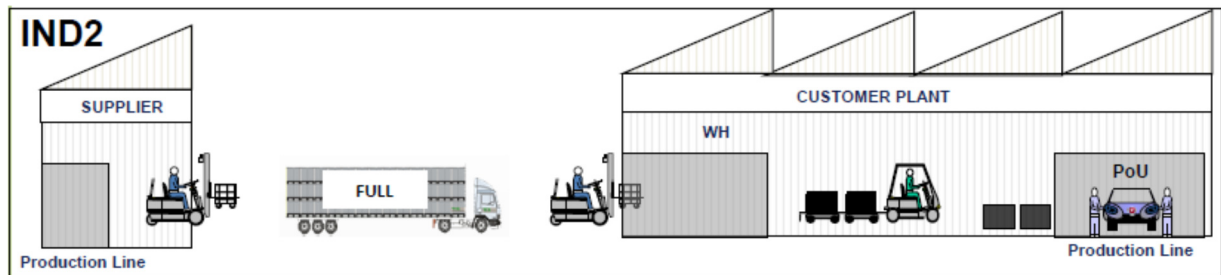



Fig.2.13: Indiretto 2

La differenza tra Indiretto 1 ed Indiretto 2 sta nella tipologia di stoccaggio: nel primo caso lo stoccaggio è temporaneo, ha cioè una durata inferiore, mentre nel secondo caso si parla di veri e propri magazzini; di conseguenza il lead time ed il livello di inventario aumentano ulteriormente.

2.3.5 – Indiretto 3/4

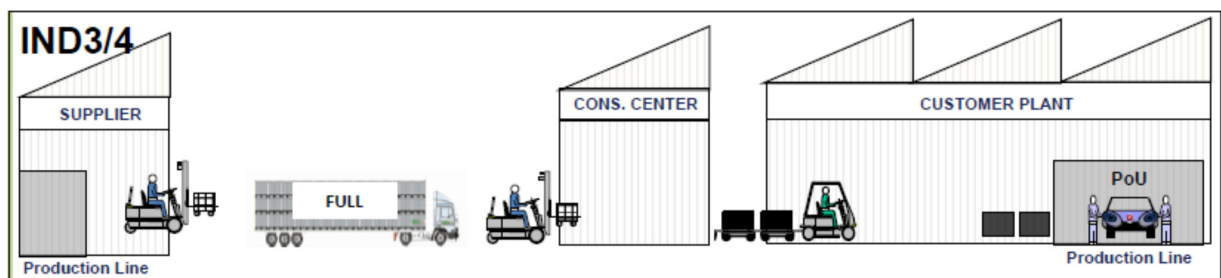



Fig.2.14: Indiretto 3/4

In questo caso, come sottolinea l'immagine, l'area di stoccaggio è esterna allo stabilimento; da qui i materiali vengono preparati per essere trasportati lato linea. In molti casi può succedere che l'elemento cambi contenitore da punto di carico a punto di utilizzo: è il caso, ad esempio, in cui si operi con un flusso indiretto 3 e poi dalla zona di consolidamento gli elementi vengano sequenziati, oppure venga creato un kit andando ad inserire in un apposito contenitore elementi provenienti da più fornitori (per un'analisi più approfondita dell'argomento si rimanda all'apposito paragrafo). Anche in questo caso la differenza tra Indiretto 3 ed Indiretto 4 sta in chi gestisce le operazioni logistiche: nel primo caso si tratta di dipendenti dell'azienda cliente, mentre nel secondo di dipendenti appartenenti ad un operatore logistico 3PL.

2.4 – RFID: Radio Frequency IDentification

Durante il loro flusso, qualunque esso sia tra quelli sopracitati, i contenitori possono essere dotati di un apposito *tag* di identificazione a radio frequenza.

Con RFID si intende una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di informazioni inerenti oggetti (applicabile anche ad animali o persone), nota come automatic identifying and data capture (AIDC), basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche, chiamate tag (o anche *transponder*), e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili, chiamati *reader*. Questa identificazione avviene mediante radiofrequenza, grazie alla quale il reader è in grado di comunicare e/o aggiornare le informazioni contenute nei tag che sta interrogando; infatti, nonostante il suo nome, un reader non è solo in grado di leggere ma anche di scrivere informazioni.

In un certo senso i dispositivi RFID possono essere quindi assimilabili a sistemi di lettura e/o scrittura senza fili con svariate applicazioni. In questi ultimi anni si sta affermando man mano anche lo standard NFC (Near Field Communication, 13,56 MHz e fino a 10 cm, ma con velocità di trasmissione dati fino a 424 kBit/s) che consente lo scambio di informazioni anche tra lettori.

Nello specifico un sistema RFID è costituito da tre elementi fondamentali:

- Un apparecchio di lettura e/o scrittura (lettore);
- Uno o più etichette RFID (o tag o Transponder);
- Sistema informativo di gestione dei dati per il loro trasferimento da e verso i lettori.

L'etichetta RFID può essere attiva, passiva, semi-passiva o semi-attiva. Se è attiva, dispone di:

- Una batteria per alimentarla;
- Una o più antenne per inviare il segnale di lettura e ricevere le risposte anche su frequenze diverse;
- Uno o più transponder/tag RFID;
- In genere hanno distanze operative maggiori dei tag passivi ed arrivano al massimo a 200m.

L'elemento principale che caratterizza un sistema RFID è il tag, costituito da:

- Un microchip che contiene dati in memoria;
- Un’ antenna;
- Un supporto fisico che tiene insieme il chip e l'antenna chiamato "substrato", che può essere in Mylar, film plastico (PET, PVC, ecc), carta o altri materiali;

L'antenna riceve un segnale che, tramite induzione, trasforma in energia elettrica, alimentando così il microchip. Questi trasmette i dati in esso contenuti tramite l'antenna (circuito di trasmissione del segnale) all'apparato che riceve i dati. In sintesi, quindi, un tag RFID è in grado di ricevere e di trasmettere via radiofrequenza le informazioni contenute nel chip ad un transceiver RFID.

Questa approfondita introduzione permette di comprendere come un sistema di questo tipo possa essere implementato all’interno di un sistema logistico aziendale per ottimizzarne i flussi; in particolar modo l’RFID può essere applicata a:

- Magazzini: Identificare ogni contenitore e ogni scaffale di magazzino con tag riduce gli errori nei prelievi e fornisce una identificazione certa dell'item (in funzione delle entità controllate si parla di *Item Tagging*, nel caso di oggetto unico, o *Box Tagging)*. Non è necessario aprire gli imballaggi per verificare il contenuto cercando il codice a barre, così come non è più necessario effettuare il conteggio manuale per la verifica dell'inventario fisico. Con una serie di scansioni a distanza è possibile identificare e verificare la presenza di specifici oggetti in magazzino.

  Infatti la tecnologia permette di leggere contemporaneamente più etichette: fino a 100 in contemporanea, garantendo inoltre di conoscere in tempo reale le giacenze di magazzino. La tecnologia utilizzata è un tag 860-960 MHz ISO 18000-6.

- Trasporti: In questo caso i tag vengono applicati sia sugli oggetti (scatole, pallet, ecc.) da trasportare, sia sui mezzi di trasporto (vagoni, automobili, ecc.). In Italia, Francia e in Giappone sono già funzionanti milioni di tessere RFID che permettono ai pendolari di utilizzare diversi tipi di trasporto con le diverse forme di abbonamento (l'esempio più comune è il telepass). I sistemi RFID contribuiscono quindi a migliorare la qualità dei sistemi di identificazione del mezzo di trasporto in termini di efficienza e servizio.

Ovviamente una tecnologia di questo tipo rappresenta un investimento importante per qualsiasi tipo di azienda, per cui è bene che prima di orientarsi verso questa soluzione venga eseguita un’analisi b/c per capire se effettivamente i benefici siano maggiori dei costi; il

vantaggio ottenuto grazie all'applicazione di questa innovazione è chiaro: si ha, infatti, una bolla elettronica istantanea, il che rende la gestione dei materiali estremamente più efficiente e precisa consentendo al contempo una corretta archiviazione dei dati, i quali, in molti casi, vengono riportati manualmente più volte prima di essere registrati, correndo così il rischio di essere persi o equivocati e divenendo al contempo inutilizzabili in caso di analisi future.

2.5 – Il trasporto

La movimentazione dei mezzi di raccolta specifici può essere suddivisa in due segmenti: esterna o interna.

2.5.1 – Movimentazione esterna

Questa fase della movimentazione dei materiali assume un'importanza fondamentale nella quotidianità dell'azienda, poichè dal suo livello di efficienza possono scaturire costi/saving davvero molto importanti (per un'intera fornitura si può parlare anche di centinaia di migliaia di euro) ed è dunque bene che questi siano organizzati nei minimi dettagli. Generalmente il trasporto può avvenire via gomma, rotaia, aerea o marittima; analizzando i flussi della regione EMEA di FCA, la quasi totalità di essi avviene per mezzo delle prime due modalità; all'interno del settore automotive la movimentazione aerea si tende ad escluderla, in quanto i costi che ne scaturiscono sono molto ingenti; questo genere di trasporto è più adeguato nel caso di industrie come quelle dell'abbigliamento, per le quali il *time to market (TTM)*, per questioni di moda, deve essere il più ridotto possibile. La nave è la soluzione da preferirsi per viaggi intercontinentali in quanto permette di contenere i costi di trasporto, riuscendo al contempo a raggiungere volumi di carico molto elevati.

2.5.1.1 – Trasporto su gomma

Le tipologie di camion utilizzate da FCA sono tre:

- Mega;
- Bilico;
- Bilico 18.

Il Mega: questo particolare mezzo di trasporto, di dimensioni 13600x2440x3000, ha una capacità di 240 quintali ed una portata di 102 metri cubi. Ciò che lo caratterizza è il fatto che ha un'altezza molto particolare, tre metri, che lo rende pressochè incompatibile con gli altri veicoli oggetto di analisi.

Fig.2.15: Esempio di Mega (Fonte: italianspeed.com)

Il Bilico: questo mezzo di trasporto, di dimensioni 13600x2440x2600, ha una capacità di 240 quintali ed una portata di 86,2 metri cubi. Ha il grosso vantaggio di essere particolarmente compatibile con gli altri veicoli come le casse mobili, quindi adatto a trasporti intermodali.

Fig.2.16: Esempio di Bilico (Fonte: italianspeed.com)

Il Bilico 18: Questo particolare mezzo di trasporto, derivante dal "*Progetto 18*" promosso dall'ANFIA (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica), dal Ministero dei Trasporti, da IVECO, da numerosi costruttori dei rimorchi e dai trasportatori, è unico nel suo genere in quanto presenta una lunghezza maggiore rispetto agli altri fin'ora presentati; infatti ha un pianale di dimensioni 15600x2440x2600. Questa particolarità fa si che abbia una portata di 114 metri cubi, ovviamente la maggiore tra i tre; l'aspetto curioso, però, sta nel fatto che la capacità è sempre la stessa, ovvero 240 quintali. Questo è un forte limite dal punto di vista logistico in quanto, come è facilmente intuibile, a parità di elemento trasportato non sarà possibile ottenere una maggiore saturazione sul Bilico 18 rispetto, ad esempio, al Bilico classico, in quanto ciò comporterebbe l'andare oltre al limite di capacità e quindi una violazione delle norme di trasporto.

Inoltre questo tipo di mezzo di trasporto ha una particolarità, che lo rende il veicolo attualmente meno utilizzato, vale a dire il fatto che la normativa italiana prevede che questi possa circolare solo grazie a permessi speciali.

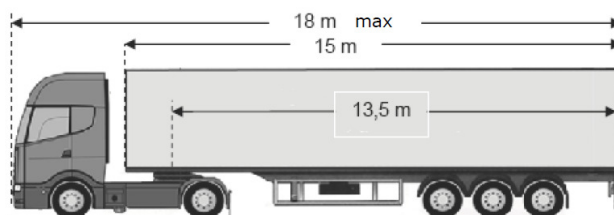



Fig.2.17: Modello di Bilico 18 (ricavato da sito ANFIA)

2.5.1.2 – Trasporto su rotaia

Anche per quanto riguarda i vagoni sono tre le tipologie utilizzate da FCA:

- Swap Body;
- Hbbillns;
- Habiis 6;

Lo Swap Body: questa particolare struttura di contenimento rientra tra le *casse mobili*, vale a dire quegli strumenti che possono essere utilizzati per trasporto intermodale; inoltre è caratterizzata da dimensioni standard, ovvero 13570x2480x2680; ha una portata di 90 metri cubi ed una saturazione media del 67%. Il vantaggio principale di questa tipologia di struttura sta nel fatto che nasce per essere utilizzata nei trasporti intermodali, ovvero trasporti combinati tra più modalità, in quanto comporta il grosso vantaggio di non richiedere operazioni di carico/scarico durante il passaggio da un metodo all'altro ma un semplice spostamento della struttura di contenimento; è molto utilizzata nelle tratte più lunghe. Il rovescio della medaglia sta nel fatto che l'avere una saturazione media così bassa su tratte lunghe comporta uno spreco dal punto di vista logistico non indifferente.

Fig.2.18: Esempio di Swap Body

Generalmente, ogni treno può portare fino a 28 Swap Bodies, ottenendo una portata complessiva di 1690 metri cubi.

Lo Hbbillns: questo particolare vagone ferroviario ha dimensioni 13680x2440x2400, una portata di 82 metri cubi ed una saturazione media del 74%. Guardando la conformazione fisica della struttura risulta facile comprendere il motivo per cui la saturazione media sia così bassa:

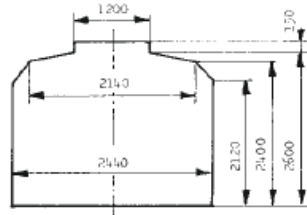
Fig.2.19: Sezione di Hbbillns

Come si può vedere la sezione di questo particolare vagone è irregolare, il che riduce la saturazione potenziale.

Fig.2.20: Esempio di Hbbillns, vista laterale

Generalmente ogni treno può trasportare fino a 32 vagoni di questa tipologia, garantendo una capacità complessiva di 1931 metri cubi.

Lo Habiis 6: quest'ultima tipologia di vagone è quella dalle dimensioni maggiori, 21970x2400x2440, che gli permettono di ottenere una capacità ben superiore agli altri, pari a 129 metri cubi; la saturazione media di questo tipo di mezzo di contenimento è pari al 77%. La motivazione è la medesima riportata per l'Hbbillns, come testimonia la seguente tavola 2D con le quote:

Fig.2.21: Sezione di Habiis 6

Ogni treno può trasportare fino a 21 vagoni di questo tipo, garantendo una capacità di 2070 metri cubi.

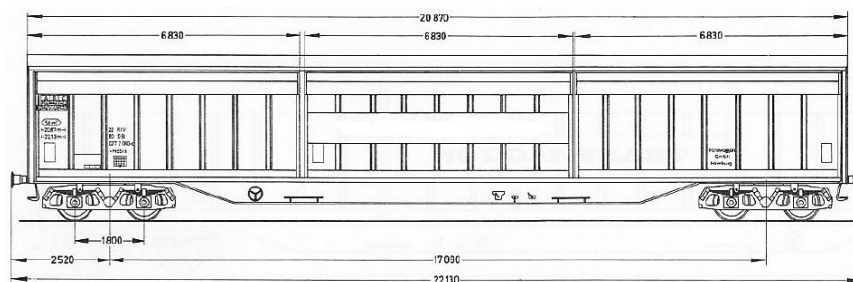



Fig.2.22: Esempio di Habiis 6, vista laterale

2.5.1.3 – Metodologia di trasporto

Per quanto riguarda il trasporto sono differenti le metodologie con cui il trasportatore, sia esso un operatore logistico o un dipendente FCA, può consegnare gli elementi al plant; anzitutto la tipologia di flusso da seguire dipende dalla frequenza di consegna, riassunta nella tabella seguente:

Transit Time	Day between Pick Up and Delivery
AXA	0
AXB	1
AXC	2
AXD	3
AXE	4

Tab.2.1: Codifica in funzione della frequenza

Il secondo elemento discriminante è il volume di carico; in particolar modo, a seconda che questi sia basso, medio o alto si avranno situazioni differenti, che verranno successivamente spiegate una per una:

	Avg pick-up volume		
Transit Time	**Low**	**Medium**	**High**
AXA	Milk run	Milk run S2P	S2P
AXB	S2H S2S2P	S2H S2S2P	S2P
AXC	S2H S2S2P	S2H S2S2P	S2P S2H
AXD	S2H S2S2P	S2H S2S2P	S2P S2H
AXE	S2H S2S2P	S2H S2S2P	S2P S2H

Tab.2.2: Tipologia di trasporto in funzione del tempo e dei volumi di consegna

Il milk run è una tipologia di flusso di trasporto molto particolare, così chiamata poiché ricorda il giro del latte che, un tempo, vedeva il lattaio circolare con il camioncino per il paese passando di porta in porta e sostituendo le bottiglie vuote con altre piene. Se il cliente ne consumava due, il lattaio ne cambiava due. Se non ne consumava nessuna, non gli veniva sostituito niente in quanto non metteva fuori nessuna bottiglia vuota. Questo metodo permetteva dunque, grazie ad un *segnale visuale,* di non avere mai latte in eccesso ma solo un quantitativo pari ai consumi.

Il medesimo concetto sta alla base del milkrun logistico, in cui la consegna del materiale è basata su una tempistica prestabilita e non sull'utilizzo effettivo.

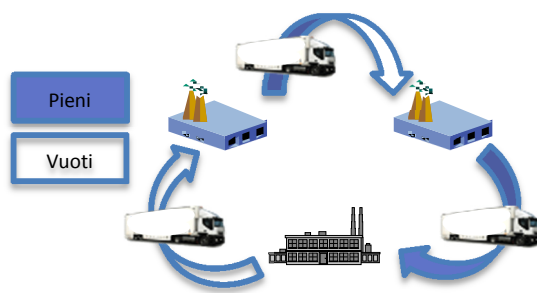



Fig.2.24: Schema di Milkrun

	Avg Pick-up Volume		
Transit Time	Low	Medium	High
AXA	●	●	●
AXB	●	●	●
AXC	●	●	●
AXD	●	●	●
AXE	●	●	●

Tab.2.3: Fattibilità milkrun in funzione di frequenza e volume di fornitura

L'azienda cliente o l'operatore logistico incaricato può inviare un veicolo che faccia un giro prestabilito presso i vari fornitori dove esegue il prelievo di vari materiali che quei fornitori consegnano; il percorso da seguire prevede un circuito fisso, che tocca un numero prestabilito di fornitori e porta un carico misto allo stabilimento cliente.

Il principale vantaggio di questa tipologia di consegne sta nel fatto che, anziché aspettare di avere un carico pieno di un solo fornitore, è possibile tenere bassi gli inventari ed i tempi di risposta lungo la catena di valore (come dimostrato dalla tabella 2.3). In altre parole per ogni fornitore viene prelevata solo ed esclusivamente la quantità che doveva preparare per il passaggio successivo; in funzione poi della frequenza di passaggio dipende anche la quantità del lotto di prodotto consegnato. Nelle aziende lean la logica di rifornimento tende ad aumentare le consegne e a diminuire il quantitativo di materiale consegnato, soprattutto per quanto riguarda i componenti ad alto volume od alto rotanti.

E' esplicativo di questa tipologia di flusso il caso Kawasaki USA riportato all'interno del testo "*Approvvigionamenti e gestione dei materiali*" di Ettore Maraschi e Paola Masciantonio: l'azienda in questione riceve un carico misto di materiale sufficiente a rifornire ogni linea di montaggio ogni giorno (AXA) o ogni due giorni (AXB). Il materiale proviene per nave dal Giappone per un totale di sei settimane dall'imballaggio al ricevimento. I programmi di produzione dello stabilimento in Nebraska devono essere determinati con un anticipo di 10 settimane per consentire la fabbricazione delle parti in Giappone e la spedizione negli Stati Uniti. Eventuali variazioni nei tempi del viaggio per mare non sono molto rilevanti; questione di due o tre giorni, periodo per il quale è sufficiente tenere scorte di sicurezza presso lo stabilimento in Nebraska.

Va precisato come il tema dei trasporti sia molto ampio in quanto non riguarda solo la fase di rifornimento da fornitore ad azienda, ma anche la movimentazione interna e tra stabilimenti nonché la distribuzione dei prodotti da azienda a cliente finale.

Un ulteriore tipologia di consegna è quella che nella tabella 2.2 viene denominata S2P, ovvero Supplier To Plant; questa metodologia può avvenire secondo due criteri differenti; anzitutto ci può essere il flusso diretto da punto di prelievo a stabilimento, come possiamo vedere nella figura seguente:

Fig.2.25: Schema di S2P (1)

	Avg Pick-up Volume		
Transit Time	Low	Medium	High
AXA	🔴	🔴	🟢
AXB	🔴	🔴	🟢
AXC	🔴	🔴	🟡
AXD	🔴	🔴	🔴
AXE	🔴	🔴	🔴

Tab.2.4: Fattibilità S2P1 in funzione di frequenza e volume di fornitura

Un secondo metodo è quello che porta all'utilizzo del cosiddetto *Trailer Yard,* vale a dire una sorta di magazzino rimorchi funzionante con la stessa logica con cui viene gestito il lato linea: il trasportatore, generalmente un professionista autonomo o un dipendente FCA o un operatore logistico, una volta giunto nel luogo di consegna parcheggia il rimorchio pieno e lo sostituisce con un altro, vuoto, per ripetere il ciclo di fornitura; molto spesso questo processo è gestito da appositi software di Yard Management:

Fig.2.26: Schema di S2P (2)

	Avg Pick-up Volume		
Transit Time	Low	Medium	High
AXA	🔴	🔴	🔴
AXB	🔴	🔴	🔴
AXC	🔴	🔴	🟡
AXD	🔴	🔴	🟢
AXE	🔴	🔴	🟢

Tab.2.5: Fattibilità S2P2 in funzione di frequenza e volume di fornitura

Ulteriore metodologia è quella denominata *Supplier To Supplier To Plant* (S2S2P): questa tipologia di flusso vede l'operatore logistico effettuare una raccolta tra fornitori per raggiungere, infine, lo stabilimento del cliente secondo uno dei due S2P visti in precedenza:

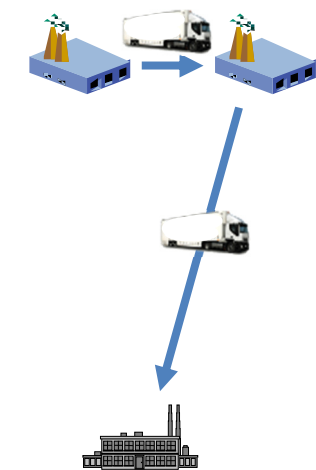



Fig.2.27: Schema di S2S2P

	Avg Pick-up Volume		
Transit Time	Low	Medium	High
AXA	🔴	🟢	🔴
AXB	🟢	🟢	🔴
AXC	🟢	🟢	🔴
AXD	🟡	🟡	🔴
AXE	🟡	🟡	🔴

Tab.2.6: Fattibilità S2S2P in funzione di frequenza e volume di fornitura

Vi è poi il cosiddetto *Supplier To House* (S2H), il quale prevede che le merci arrivino a destinazione dopo aver sostato in uno o più punti noti come centri di consolidamento; la raccolta, prima di giungere a magazzino, può avvenire secondo una qualsiasi delle metodologie esposte precedentemente, così come la consegna finale può, come nel caso precedente, essere del tipo S2P1 o S2P2.

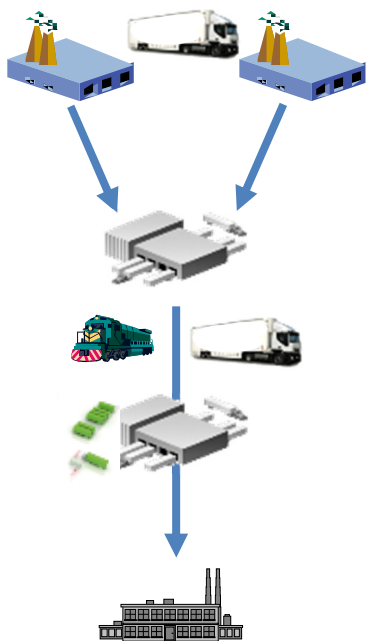



Fig.2.28: Schema di S2H

	Avg Pick-up Volume		
Transit Time	Low	Medium	High
AXA	🔴	🟡	🔴
AXB	🟢	🟡	🔴
AXC	🟢	🟡	🟡
AXD	🟢	🟢	🟡
AXE	🟢	🟢	🟡

Tab.2.7: Fattibilità S2H in funzione di frequenza e volume di fornitura

2.5.2 – Movimentazione interna

FCA negli ultimi anni viene qualificata dalla *World Class Manufacturing* (WCM), la quale integra differenti metodologie come la *Total Productive Maintenance (TPM)*, le logiche di Lean Manufacturing ed il *Quality Management,* con l'obiettivo della riduzione sistematica dei costi di produzione in un'ottica di *Cost Deployment*. Alla base di questa metodologia, sviluppatasi proprio nel Gruppo FIAT nel 2005, vi sono dieci *pillar* tecnici:

- *SA* (Safety) - Sicurezza del Posto di lavoro;
- *CD* (Cost Deployment) - Fonti di perdita economica;
- *FI* (Focus Improvement) - Miglioramento Focalizzato di uno specifico problema;
- *AM + WO* (Autonomus Maintenance - Workplace Organization);
- *PM* (Professional Maintenence - Manutenzione professionale);
- *QC* (Quality Control) - Controllo Qualitativo;
- *L&CS* (Logistic / Customer Services);
- *EEM + EPM* (Early Equipment Management, Early Product Management) - Strategia di acquisizione dei mezzi di lavoro / processi;
- *ENV* (Enviroment) - Ambiente e sfruttamento servomezzi energetici;
- *PD* (People Development) - Sviluppo delle competenze del personale.

Ovviamente questi pilastri tecnici influiscono fortemente su ogni aspetto della quotidianità aziendale; per quanto riguarda la movimentazione interna, ad esempio, nel rispetto dei principi sopracitati si è deciso di limitare l'utilizzo dei forklift in quanto considerato potenziale causa di infortuni sul lavoro. Questi, infatti, viene utilizzato solo in casi particolari, come ad esempio quando il punto di utilizzo (POU) sia situato in aree limitrofe a quelle di magazzino.

Fig.2.24: Esempi di mezzi per movimentazione interna

Per questo motivo vengono utilizzati tutta una serie di *equipment* ritenuti più sicuri e più efficienti in quanto maggiormente capaci, che hanno la caratteristica di non essere dotati di motore proprio ma di essere trainati manualmente mediante sistemi motorizzati guidati dall'uomo (*Bull o Tugger,* riportati in figura) o automatici (*Automated Guided Vehicle, AGV*): di questa particolare tecnologia esistono le varianti denominate Laser Guided Vehicle (LGV) o Self Guided Vehicles (SGV), che permettono entrambe la movimentazione automatica di materiale per la produzione all'interno dello stabilimento (esistono soluzioni anche ad uso esterno, ma di rara applicazione) mediante appositi mezzi di trasporto; il vantaggio principale di questa innovazione è quello di ridurre il personale specializzato nella guida dei mezzi di material handling, potendolo sostituire con una sola figura adibita al controllo operativo. Ulteriore punto a favore di questa tecnologia è il fatto di poter sopperire ai fisiologici cali di performance delle prestazioni dell'operatore logistico, naturali secondo la curva caratteristica della fatica. Ad una maggiore costanza di prestazioni, però, si oppongono una velocità di crociera inferiore rispetto ai classici mezzi di material handling ed un investimento iniziale maggiore.

Questa tecnologia, in uso ormai da parecchi anni, ha già subito parecchie variazioni; le più importanti sono di seguito riportate:

1. *Guida a filo*

   E' la prima ad essere stata sviluppata. E' costituita da un filo disposto immediatamente sotto la superficie del pavimento e percorso da un segnale elettrico ad una determinata frequenza. Una coppia di solenoidi disposti sul carrello è in grado di rilevare la posizione del filo e un'elettronica relativamente semplice può controllarne lo sterzo. Se è necessario avere più percorsi si usano frequenze diverse. Si adatta bene all'uso in situazioni gravose, in particolar modo in presenza di ambienti sporchi che rendono critico l'uso di sistemi ottici. La modifica del percorso è molto onerosa in quanto richiede la realizzazione di un taglio nel pavimento per l'inserimento dei fili e la successiva resinatura degli stessi.

2. *Magneti*

   Il percorso viene delimitato da una serie di calamite inserite nella pavimentazione. Rispetto alla guida a filo richiede un intervento più semplice sulla pavimentazione in quanto sono richiesti solo una serie di fori. I singoli magneti possono essere sostituiti da nastri o bande magnetiche. È possibile individuare determinate posizioni sfruttando diverse combinazioni di polarità dei magneti.

3. *Banda colorata*

   Realizzata per mezzo di vernici o di nastri adesivi colorati. Un sistema ottico rileva la posizione della banda e controlla lo sterzo con una logica analoga a quella della guida a filo e magnetica. Le modifiche al percorso sono relativamente semplici da realizzare ma il sistema si adatta solo ad ambienti puliti. Richiede manutenzione in quanto le bande colorate possono danneggiarsi o consumarsi.

4. *Triangolazione con laser*

   La tecnologia di guida al laser usa come riferimento un certo numero di catarifrangenti collocati lungo il percorso dei carrelli. Ogni veicolo è munito di una testa laser che ruota a 360° e scandisce, con intervallo medio di 50ms, tutta la zona circostante. Quando il raggio emesso dalla testa laser colpisce uno dei catarifrangenti viene riflesso e la testa stessa rileva la direzione da cui proviene la riflessione. Con il rilevamento di almeno tre catarifrangenti il computer di bordo è in grado di calcolare la posizione del carrello e di guidarlo lungo percorsi prestabiliti. Il vantaggio principale offerto dal sistema laser è l’assenza di dispositivi legati alle traiettorie: è quindi possibile variare il percorso dei veicoli agendo solo sul software di controllo degli stessi.

5. *GPS*

   Qualora il veicolo debba muoversi esclusivamente all'esterno si può adottare il sistema GPS per conoscere con precisione la posizione del carrello. Il sistema di guida funziona quindi in maniera analoga a quella dei sistemi con triangolazione laser.

Fig.2.25: Esempi di AGV

2.5.2.1 – Classificazione degli equipment

Gli equipment ai quali possono essere associati i contenitori specifici possono essere classificati secondo tre criteri:

1. *Funzionalità*, ovvero in che modo i contenitori vengono trasportati e/o presentati lato linea; in questo caso si distinguono:
    a. FLAT: questi particolari mezzi di trasporto hanno pianale fisso.
    b. TILTING: equipment caratterizzati da un pianale semovibile, che può essere inclinato per facilitare il prelievo ergonomico del pezzo; questa soluzione viene solitamente utilizzata per il trasporto di contenitori normalizzati.
    c. ROTATING: in questo caso il pianale è rotante, in modo tale che l'operatore possa avere differenti opzioni di presa pur stando nella stessa posizione.
    d. FRAMES: questo equipment è utile per la movimentazione esterna allo stabilimento; è un particolare mezzo di trasporto, accoppiato con un *dolly,* che viene separato dalla struttura nel momento in cui entra all'interno dell'edificio. Il frame è dotato di apposite coperture automatizzate per evitare che l'azione degli agenti atmosferici vada a rovinare la qualità dell'elemento trasportato.

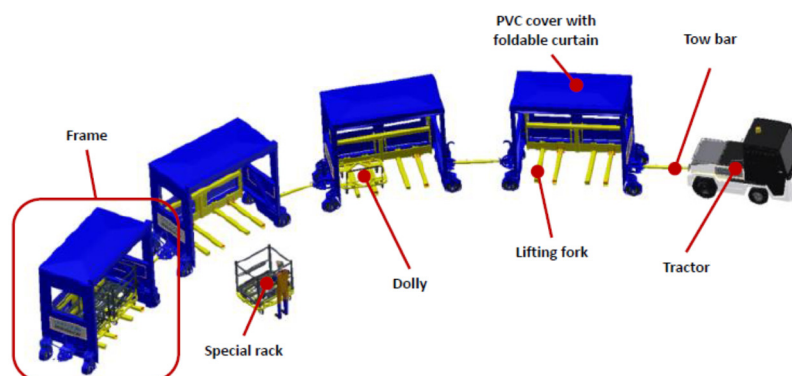



Fig.2.26: Schema carovana *bull+frames*

L'immagine mostra molto bene quello che è uno dei sistemi di material handling più utilizzato: la carovana di elementi (max 4) viene trainata, in questo caso, da un *bull,* ed è costituita da quattro frames (nell'immagine colorati di blu); come possiamo vedere il frame è dotato di forcole rivolte verso l'interno, sulle quali viene collocato il dolly il quale trasporta un mezzo di raccolta, specifico o normalizzato. Una volta che la carovana ha raggiunto il luogo di destinazione viene alzata la copertura, dopodiché gli operatori scaricano i dolly con logica pieno contro vuoto ed il bull può ripartire per andare a prelevare un nuovo carico.

Gli equipment flat, tilting e rotating fanno parte della categoria dei Ro-Ro, acronimo di *roll on – roll off,* appositi strumenti di material handling dotati di quattro ruote, di cui due pivottanti e due fisse in modo tale da consentirne una movimentazione più stabile. Il timone dell'equipment è in grado di effettuare un movimento rotatorio di 90°, utile a far ruotare, con direzione specchiata rispetto alla propria, le ruote fisse; in questo modo si può fare un movimento ad L in modo tale da inserire il ro-ro negli appositi alloggiamenti.

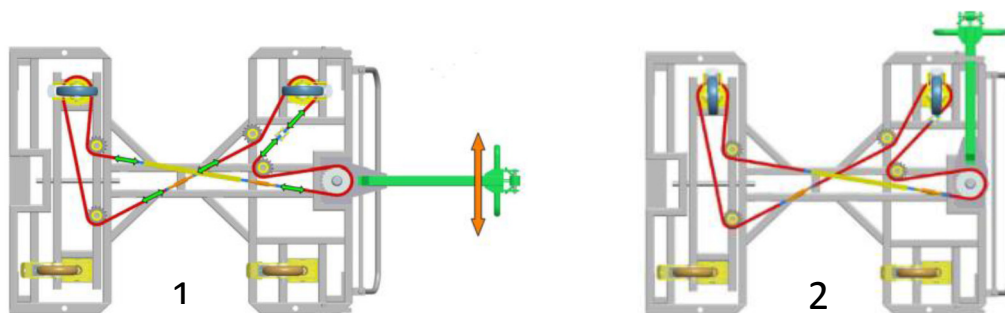



Fig.2.27: Schema brevetto Blickle

Oltre a permettere questo tipo di movimento, questa soluzione permette anche di facilitare la movimentazione da parte dell'operatore: quando è in posizione 1 facilita il movimento di trazione, mentre quando è in posizione 2 è più facile la spinta per inserire più agevolmente l'equipment nell'apposito alloggiamento.

Il dolly, invece, non è dotato di questo sistema, ma di quattro ruote pivottanti che ne rendono più instabile l'andatura. Il frame, infine, ha quattro ruote normali, in modo da poter effettuare qualsiasi operazione di manovra sia all'interno che all'esterno dello stabilimento.

2. *Carico,* poiché in funzione del range di capacità di carico, tenendo in considerazione i vincoli ergonomici che limitano la forza di spinta/trazione del mezzo, possiamo avere:
    a. LIGHT: ≤ 500 kg;
    b. MEDIUM: 500 < kg ≤ 750;
    c. HEAVY: > 750 kg (utilizzati esclusivamente per mezzi di raccolta specifici).

3. *Taglia*, calcolata tenendo in considerazione la massima lunghezza del piano di carico:
    a. SMALL: ≤ 1500 mm;
    b. MEDIUM: 1500 < mm < 2000;
    c. LARGE: 2000 ≤ mm < 2500;
    d. EXTRA LARGE: ≥ 2500 mm.

Ogni diversa tipologia di equipment deve essere sottoposta a test strutturali, dimensionali e a diverse analisi di rischio. Questi vengono eseguiti con carrelli di quattro dimensioni differenti, in due diverse modalità:

- Statici: un solo carrello, in posizione di stallo;
- Dinamici: viene composta una carovana di carrelli che sarà testata con due diverse velocità (6 km/h, velocità di crociera permessa all'interno dello stabilimento e 12 km/h, permessa all'esterno) su otto tipologie di percorso.

Per quanto riguarda la prima tipologia, ha lo scopo di verificare che ogni vincolo di sicurezza venga rispettato: che, ad esempio, il sistema frenante sia in grado di bloccare il carrello anche in condizioni di carico massimo, che possieda un adeguato sistema di presa per consentire un handling più sicuro, che abbia tutti gli accorgimenti per ridurre le possibilità di infortunio, ecc...

Fig.2.28: Esempio di Ro-Ro: è possibile individuare i vari accorgimenti per la sicurezza

I Ro-Ro Heavy vengono accoppiati ai contenitori specifici (in particolar modo, ogni Ro-Ro può portare al massimo un mdrs per volta) per cui, ovviamente, le taglie dell'uno dovranno essere compatibili con quelle dell'altro e gli equipment verranno dunque acquistati in funzione dei mezzi di raccolta da movimentare. Questo ci permette di intuire, quindi, che quanto più bassa sarà la gamma di dimensioni dei mezzi di raccolta, minore sarà il numero di equipment diversi di cui bisognerà disporre; viceversa avere una gamma pressoché infinita di basi comporterà l'avere una gamma altrettanto vasta di equipment, con tutti i problemi gestionali che ne conseguono (necessità di spazio, ricerca del Ro-Ro appropriato per un particolare contenitore, ecc…). Quindi siamo già in grado di sottolineare vantaggio che l'avere una gamma standard di contenitori può comportare: oltre alla riduzione del numero di codici di contenitori da gestire si avrà, di conseguenza, una riduzione di codici di equipment, rendendo così più snella la gestione delle operazioni di material handling; d'altro canto la tecnologia legata agli equipment è in continua evoluzione e sono stati ideati sistemi per far

fronte a questa problematica: Comau ha infatti brevettato degli *equipment modulari*, ovvero a dimensione variabile; questi sono studiati principalmente per utilizzo su baie robotizzate, in quanto sono più precise dal punto di vista dimensionale e garantiscono di conseguenza una maggior precisione e ripetibilità di prelievo; l'utilizzo di soluzioni di questo tipo risolve inoltre il problema di avere un apposito Ro-Ro per ogni struttura di base dei contenitori specifici: sarà sufficiente infatti stringere o allargare il mezzo di trasporto a seconda delle necessità. Ovviamente questo sistema deve consentire la variazione dimensionale nel minor tempo possibile, altrimenti si genererebbe un costo non direttamente legato al prodotto in quanto si andrebbe a creare situazioni di NVAA.

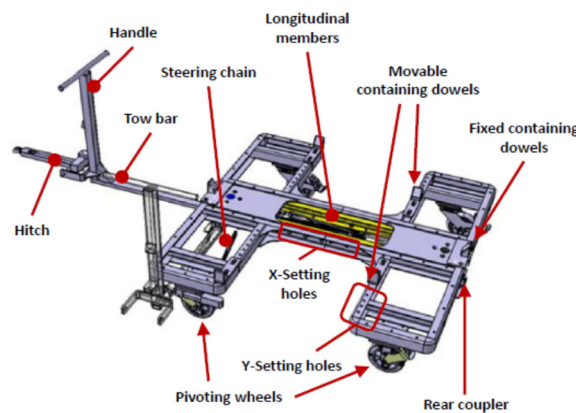



Fig.2.29: Schema di equipment modulare,

Durante la loro progettazione, come nel caso dei contenitori specifici, dovranno essere tenuti in considerazione una serie di vincoli ergonomici che riguardano soprattutto traino e spinta, in modo tale che l'operatore possa maneggiarli in tutta sicurezza e senza correre il rischio di incappare in malattie professionali che potrebbero insorgere a causa di vizi posturali o movimentazioni troppo pesanti. In questo senso vi sono tre parametri da rispettare:

1. Distanza dal corpo in orizzontale:

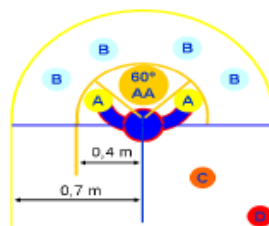



Fig.2.30: Dettaglio di golden zone

2. Altezza da terra: in questo caso si parla di *Strike Zone,* la zona di presa deve essere compresa tra 90 e 115 cm da terra.

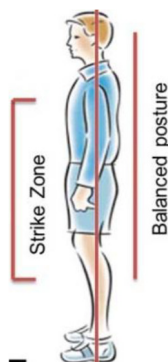



Fig.2.31: Dettaglio di strike zone

3. Posizione delle mani: distanza di almeno 6 cm tra una e l'altra.

Anche l'altezza del mezzo di trasporto è dunque vincolata da limiti ergonomici: per esempio l'altezza complessiva dell'equipment dovrà essere sufficiente per permettere all'operatore di prelevare elementi direttamente dal mezzo di raccolta. In particolare il range di altezza dovrà essere compreso tra 60 e 150 cm dal suolo.

Alle questioni ergonomiche si lega, in maniera indiretta, la tipologia di ruota a cui può essere accoppiato un particolare equipment; questa può variare a seconda delle applicazioni e dei terreni sui quali il suddetto mezzo di trasporto dovrà essere movimentato. Ovviamente il materiale con cui è realizzata la ruota, così come le sue dimensioni, può incidere notevolmente sulle forze necessarie per la trazione/spinta dell'equipment, ma anche sulla portata dello stesso.

La tabella successiva riporta un esempio delle diverse applicazioni:

Tipo di pavimentazione	Materiale costitutivo
Piastrellato	Poliuretano o gomma
Cemento/Resina	Poliuretano o gomma
Grigliato	Gomma o pneumatico
Asfalto	Gomma o pneumatico
Sterrato	Pneumatico

Truciolato	Gomma o pneumatico

Tab 2.1: Materiale gomma per tipologia di pavimento

Infine anche la disposizione delle ruote può costituire una distinzione dei vari mezzi di material handling; le immagini successive riportano differenti soluzioni possibili in questo senso:

Fig.2.32: Differenti disposizioni delle ruote

Ognuna delle soluzioni presentate offre performance differenti in termini di movimentazione: il rombo, ad esempio, agevola i movimenti circolari in modo da facilitare la disposizione in baia; il quadrato, invece, permette movimenti più lineari e stabili; vi è poi il sistema Blickle, che, come già affermato, permette di effettuare movimenti ad L a seconda di come è orientato il timone permettendo un posizionamento lato linea più agevole.

Ovviamente per avere una movimentazione interna sicura ed efficiente sarà necessario disporre gli spazi dello stabilimento in modo tale da consentire il trasporto degli elementi più fluido ed il meno macchinoso possibile, riducendo così eventuali pericoli per la sicurezza e perdite di tempo che ne deriverebbero. Per questo motivo i corridoi interni di FCA devono essere tali da garantire la movimentazione in sicurezza, con curve non superiori ai 90°.

2.6 – La Reverse Logistics

La logistica di ritorno o logistica inversa è il processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficienza delle materie prime, dei semilavorati, dei prodotti finiti e dei correlati flussi informativi dal punto di recupero (o consumo) al punto di origine, con lo scopo di riguadagnare valore da prodotti che hanno esaurito il loro ciclo di vita.

Al giorno d’oggi il tema del rispetto ambientale e delle attività ecosostenibili è un aspetto cruciale per le aziende, poiché permette loro di crearsi un’immagine pulita agli occhi del pubblico di riferimento consentendo così l’orientamento verso un vantaggio competitivo maggiore. Per questo motivo diviene di fondamentale importanza la *green logistics,* ovvero

una logistica eco-sostenibile orientata ad un utilizzo oculato delle risorse con l'obiettivo di ridurre qualsiasi forma di spreco.

Ovviamente tutti questi concetti possono essere applicati all'oggetto di questa trattazione, gli imballi, ed in particolar modo ai mezzi di raccolta specifici; generalmente le operazioni che possono essere effettuate sui contenitori specifici una volta che questi hanno terminato il loro ciclo di vita sono due:

- Rottamazione;
- Riutilizzo.

Fino ad oggi FCA ha sempre rottamato i propri mdrs una volta raggiunta la fine del ciclo di vita di un modello automobilistico, stoccandoli, nell'attesa, in apposite aree (per lo più magazzini a cielo aperto, che di per se non rappresentano alcun tipo di costo se non quello della manodopera impiegata nello stoccaggio) per poi distruggerli, ricavandone una somma dalla vendita del rottame (€/kg). Recentemente c'è stato però un caso di riutilizzo che ha visto i contenitori specifici utilizzati per la realizzazione di un modello in Serbia su un nuovo modello realizzato in Italia; un'operazione del genere, ovviamente, è stata frutto di un'accurata analisi b/c volta a valutarne la fattibilità in termini economici ed ha rappresentato un' importante operazione dal punto di vista logistico perché ha previsto la movimentazione di un certo quantitativo di mezzi di raccolta da un sito produttivo ad un altro.

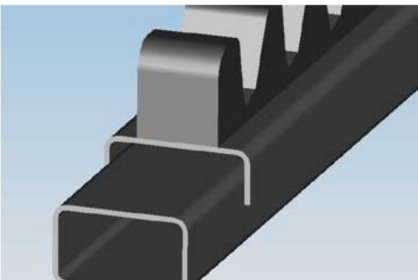
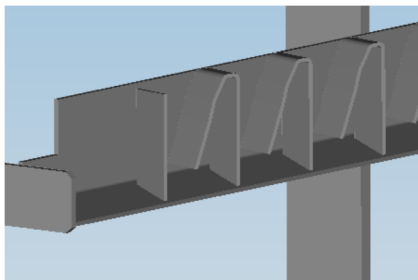
Questo tema è uno degli argomenti centrali di questa trattazione e verrà analizzato con un'apposita analisi all'interno del Capitolo 6, poiché ritenuto di fondamentale importanza nella valutazione dei vantaggi ottenibili dall' utilizzo di una gamma standard di contenitori specifici: infatti l'avere un numero definito di dimensioni utilizzabili nella realizzazione dei contenitori aumenta la facilità di gestione degli stessi, in quanto riduce il numero di codici da controllare, permette la realizzazione di saving sulla loro produzione (aumentando il volume di fornitura di un singolo elemento va a ridursi il numero di maschere differenti da realizzare) ed il riutilizzo a fine vita, nel pieno rispetto di quella che abbiamo definito *reverse logistics*, in modo tale da sgravare il costo di acquisto di nuovi contenitori e prolungando al contempo il periodo di ammortizzazione sull'investimento legato ai vecchi.

CAPITOLO 3 – I VINCOLI PROGETTUALI

3.0 – Introduzione

Come già accennato nel paragrafo 2.1 del Capitolo 2, in cui è stata presentata un'infarinatura sul processo di progettazione dei contenitori specifici, il design dei mezzi di raccolta non si basa sull'estro del progettista, ma deve seguire una serie di criteri particolari che aiutano ad ottenere la soluzione finale; il proposito di queste pagine è quello di presentare questi vincoli descrivendone le principali caratteristiche.

I limiti che vincolano il designer durante la progettazione del contenitore sono:

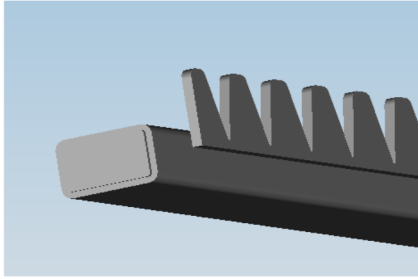
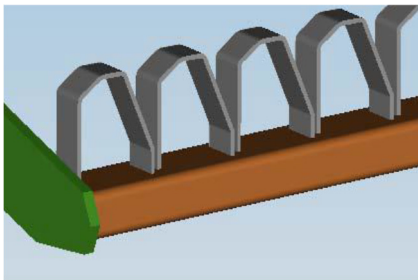
- Qualità;
- Sicurezza ed ergonomia;
- Costo;
- Movimentazione interna;
- Movimentazione esterna;
- 3M (MURI, MURA, MUDA);
- Fisica dell'elemento.

3.1 – Qualità

Questo particolare vincolo limita fortemente la capacità del mezzo di raccolta, vale a dire il numero di pezzi che il contenitore potrà contenere, in quanto stabilisce, tra le altre cose, la distanza che gli elementi dovranno avere tra loro all'interno del contenitore; influisce anche sul costo di realizzazione in quanto da esso dipenderà la scelta del materiale di cui sarà costituito l'attrezzamento interno, che permette il distanziamento ed il contenimento dei particolari.

Ovviamente l'importanza della limitazione imposta dal vincolo qualitativo dipende dalla tipologia di elemento trasportato: se, ad esempio, stiamo parlando di un componente estetico come un rivestimento esterno (sia esso del cofano, delle porte, del padiglione, ecc…), questi dovrà essere posizionato in modo tale che in alcun modo possa correre il rischio di urtare altri elementi o la struttura del mezzo di raccolta in cui è contenuto. Se invece l'elemento in questione è un pezzo non estetico, quindi un componente che non sarà direttamente visibile sul veicolo, e se non presenta alcun tipo di vincolo legato alla delicatezza con cui debba essere maneggiato o alla sua fragilità, potrà avvenire una disposizione "a pacchetto": in questo modo ogni elemento sarà addossato all'altro in modo tale da occupare quanto più spazio possibile all'interno del contenitore, accrescendone così la saturazione e dunque avendo una maggiore efficienza dal punto di vista logistico.

3.1.1 – Gli attrezzamenti interni

Tra i componenti di fissaggio degli elementi possiamo ritrovare:

	Stampati ad iniezione: vengono utilizzati per elementi estetici o per componenti delicati, come interni o rivestimenti esterni della carrozzeria.
	Poliuretano: utilizzato per elementi di montaggio, vale a dire quei componenti che vengono aggiunti alla scocca lastrata per andare a comporre il veicolo definitivo.
	Termoformati: sono elementi che permettono di ottenere una base flessibile per elementi pesanti o ingombranti.

	Metallo tagliato laser: ovviamente, essendo un elemento costituto da metallo, non è pensato per contenere o fissare elementi delicati o estetici, in quanto andrebbe a rigarli o bombarli in maniera irreparabile (è bene tenere presente che ogni eventuale operazione di riparazione rappresenta un'attività a non valore aggiunto e, di conseguenza, un costo).
	Metallo piegato: anche in questo caso l'attrezzamento di metallo è, ovviamente, da destinarsi ad elementi non estetici del veicolo. Viene utilizzato solo in quei casi in cui il precedente attrezzamento non sia consigliabile, in quanto, avendo questi una forma maggiormente articolata, sono più difficili da realizzare e quindi più costosi.

Tab.3.1: Tipologie di contenimento

Vi sono poi quegli elementi destinati alla separazione tra gli elementi; tra questi, ne riportiamo alcuni:

	Nicchie: sono dei compartimenti realizzabili o in tela o plastica morbida, utilizzati per contenere un singolo elemento, rendendone più facile la presa e mantenendone così il giusto distanziamento dagli altri.
	Scaffali: questi particolari scompartimenti sono chiusi grazie alla presenza di appositi meccanismi di bloccaggio, utili per mantenere al sicuro gli elementi durante il loro transito, sia esso interno allo stabilimento, sia esterno.

	Torrette: questi particolari attrezzamenti servono come distanziali tra un elemento e l'altro, ma hanno anche una serie di leverismi che, sfruttando la forza di gravità, permettono di calare l'elemento, posizionato sempre sul gradino più in alto, fino a quello più in basso disponibile.
	Bracci a sbalzo: utili alla separazione, alcuni hanno la capacità di essere semovibili per aiutare la movimentazione da parte dell'operatore.

Tab.3.2: Tipologie di separatori

Possiamo poi distinguere alcuni accorgimenti utili alla protezione dell'elemento, ai quali si può fare ricorso durante la progettazione del mezzo di raccolta, come gli appoggi, elementi che possono essere in materiali polimerici o acciaio a seconda delle esigenze, che permettono il contenimento della parte inferiore della pila contenuta all'interno del mezzo di raccolta:

Fig.3.1: Appoggi

Un aspetto fondamentale per la qualità è anche lo spazio che deve essere lasciato dal perimetro del mezzo di raccolta; essendo questi aperto, infatti, più l'elemento è vicino al bordo, più alte sono le possibilità che urti contro qualcosa. Per questo motivo è bene ideare il contenitore in modo tale che vengano lasciati almeno 60 mm dal limite superiore e 40 da quelli laterali.

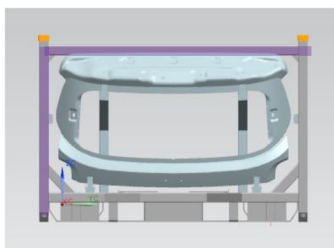



Fig.3.2: Spazi da lasciare inoccupati

In molti casi, quando l'elemento è parecchio ingombrante e non è possibile passare ad una taglia superiore di mezzo di raccolta per le più svariate ragioni (ad esempio perché l'ingrandimento del contenitore potrebbe comportare una dissaturazione dei mezzi di trasporto, oppure perché il mezzo di raccolta risulterebbe talmente grande da non poter più circolare all'interno dei corridoi degli stabilimenti), si prevedono ulteriori attrezzamenti attraverso i quali si può portare il contenitore ad eccedere il limite del perimetro consentito:

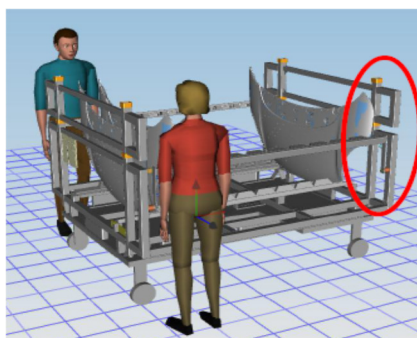



Fig.3.3: Esempio di paraurti per mdr

Come si può notare dall'immagine, la presenza del paraurti metallico realizzato come estensione del perimetro del mezzo di raccolta può consentire al rivestimento cofano dell'esempio di poter essere contenuto all'interno del contenitore specifico.

Infine possiamo notare un ulteriore caratterizzazione del contenitore, molto simile alle limitazioni tipiche delle già citate scaffalature, che sono gli appositi bracci di contenimento, i quali possono eseguire una rotazione di 90° per aprire letteralmente il contenitore e permettere la movimentazione del pezzo. Questi particolari accorgimenti servono per questioni qualitative ma anche per garantire la presa ergonomica dei componenti.

Fig.3.4: Esempio di contenimenti laterali

3.2 – Sicurezza ed ergonomia

Questi due fattori influiscono fortemente sulla conformazione fisica e sulla disposizione degli elementi all'interno del mezzo di raccolta; il primo si occupa di far sì che l'interazione tra l'operatore e gli elementi che questi deve maneggiare non porti in alcun modo a situazioni di pericolo per la sua incolumità, mentre il secondo si occupa di far sì che questa interazione avvenga con il massimo comfort possibile con l'obiettivo di ridurre al minimo la fatica durante le operazioni quotidiane ed evitare che, a lungo termine, l'operatore vada incontro ad infortuni o malattie professionali.

La sicurezza sul luogo di lavoro è un aspetto che oggigiorno ha assunto un carattere cruciale nella quotidianità delle imprese, soprattutto con l'accrescere dell'importanza di argomenti fondamentali quali i diritti dei lavoratori e la tutela del loro operato. Per questo motivo chi progetta i contenitori specifici deve fare in modo che questi non risultino pericolosi per gli operatori che li maneggeranno, anzitutto andando a smussare ogni tipo di spigolo ed andando a prevedere degli attrezzamenti interni i più stabili possibili, in modo tale da garantire un contenimento sicuro degli elementi all'interno del mezzo di raccolta. Questo aspetto, alla luce di quanto esposto finora, assume importanza non solo dal punto di vista della sicurezza ma anche della qualità.

Fig.3.5: Dettaglio della smussatura degli angoli

Inoltre anche le dimensioni dell'elemento assumono grande importanza per la sicurezza durante la movimentazione: se, ad esempio, venisse realizzato un contenitore con altezza

molto maggiore di uno dei due lati di base, si genererebbe forte instabilità e di conseguenza si verificherebbero situazioni di pericolo.

L'ergonomia, invece, è quella vera e propria scienza che permette di rendere più comoda ed integrata l'interazione uomo-macchina, con lo scopo di ridurre i movimenti e di semplificarli il più possibile, in modo tale da ridurre la fatica dell'operatore e contestualmente aumentarne la produttività facendo sì che questi mantenga nel tempo il livello di produttività più adeguato.

Per quanto riguarda l'applicazione delle teorie di ergonomia alla movimentazione di elementi da contenitore, queste riguardano per lo più la postura che l'operatore dovrà mantenere durante il carico/scarico del pezzo dal mezzo di raccolta ed il massimo carico che potrà movimentare. Conseguentemente chi progetta i contenitori dovrà far sì, ad esempio, che il punto di presa dell'elemento sia contenuto all'interno della cosiddetta *strike zone*, riportata in figura 2.29.

Inoltre non solo la zona di presa è interesse di limitazioni da parte dell'ergonomia, ma anche l'inclinazione che l'operatore può raggiungere durante la movimentazione degli elementi:

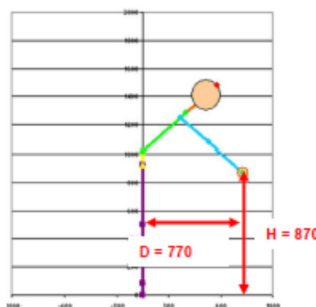



Fig.3.6: schema di sbraccio e inclinazione consentiti

Ne consegue che anche la geometria del contenitore risentirà dei vincoli ergonomici: quando il carico/scarico dei pezzi è manuale, ad esempio, il contenitore dovrà talvolta essere provvisto di uno scanso, ovvero un apposito alloggiamento che permetta all'operatore di entrarvi letteralmente all'interno, in modo tale da poter così sopperire al limite massimo di allungamento delle braccia di 770 mm all'interno del mezzo di raccolta.

3.2.1 – Il metodo Snook e Ciriello

Per capire il livello di importanza che oggi ha l'ergonomia all'interno degli stabilimenti e quanto questa influisca sulle decisioni logistiche è opportuno presentare il metodo Snook e

Ciriello: questo metodo viene utilizzato per valutare il rischio correlato al trasporto in piano, al traino e alla spinta dei carichi così come richiamato nella norma ISO 11228-2. Gli studi effettuati per estrapolare le regole di movimentazione si basavano su metodologie psicofisiche (comprese le misure del consumo di ossigeno, della frequenza cardiaca, delle caratteristiche antropometriche, ecc…) e consistevano nel far movimentare carichi a scelta dei soggetti esaminati nella maniera prescritta dagli esaminatori (sollevamento, spinta, traino, altezza da terra, distanza, frequenza, ecc…), per poi variarne il peso a seconda delle sensazioni di sforzo e fatica registrate.

Le tabelle psicofisiche riassumono i risultati di queste analisi, fornendo importanti informazioni circa le capacità e le limitazioni dei lavoratori riguardo la movimentazione manuale dei carichi. Grazie ad esse sono sottolineati, per ciascuna tipologia di azione, per sesso e per diversi percentili di "protezione" della popolazione sana, nonché per varianti del tipo di azione (frequenza, altezza da terra, distanza di trasporto, ecc…), i valori limite di riferimento del peso o della forza esercitata, rispettivamente nella fase iniziale (FI) ed in quella di mantenimento (FM), misurata per mezzo di appositi dinamometri; le nove tabelle derivanti riportano i valori ideali di spinta, traino e trasporto in piano riferiti al 90% delle rispettive popolazioni sane maschili e femminili. Le prime quattro riguardano le azioni di spinta, di cui due sono riferite a uomini e due alle donne, suddivise per distanza da percorrere (in particolare di 2, 7.5 e 15 metri), frequenza ed altezza delle mani da terra (in situazioni di FI ed FM); le successive, con la medesima distinzione, riguardano le azioni di traino, mentre l'ultima esprime il massimo peso raccomandato per le azioni di trasporto in piano. Di seguito, per rendere meglio l'idea, ne verranno riportate tre, una per tipologia di azione:

1. Azioni di spinta, Maschi (um: chilogrammi):

Distanza	**2 metri**							**7,5 metri**							**15 metri**						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
145 cm FI	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25
FM	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16
95 cm FI	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28
FM	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16
65 cm FI	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24
FM	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15

Tab.3.3: Esempio di tabella Snook e Ciriello per azioni di spinta, applicata su maschi

Azioni di traino, Maschi:

Distanza	2 metri							7,5 metri							15 metri						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
145 cm FI	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20
FM	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13
95 cm FI	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28
FM	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17
65 cm FI	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	11
FM	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18

Tab.3.4: Esempio di tabella Snook e Ciriello per azioni di traino, applicata su maschi

2. Azioni di trasporto in piano:

Distanza	2 metri							4 metri							8 metri						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	10s	15s	1m	2m	5m	30m	8h	18s	24s	1m	2m	5m	30m	8h
Maschi Altezza mani da terra																					
110 cm FI	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
80 cm FI	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
Femmine Altezza mani da terra																					
100 cm FI	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16
70 cm FI	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19

Tab.3.5: Esempio di tabella Snook e Ciriello per azioni di trasporto in piano

Per un approfondimento si rimanda all'Appendice 3.1, nella quale verranno riportate tutte le tabelle relative a questo tipo di analisi.

Applicando questi risultati alla realtà sarà sufficiente ricercare il dato relativo ad una particolare popolazione presa in analisi e confrontarlo con il peso o la forza (misurata con dinamometro) effettivamente sviluppati; in questo modo si ottiene un indice sintetico di rischio. La seguente formula esprime meglio il concetto:

$$Indice = \frac{Forza\ realmente\ applicata}{Forza\ massima\ raccomandata}$$

A seconda dell'entità dell'indice così ottenuto avremo i seguenti scenari:

Snook e Ciriello – Valutazione del rischio

$\boldsymbol{I = 0,75}$	Situazione accettabile.
$\boldsymbol{0,75 < I \leq 1,25}$	La situazione si avvicina ai limiti, una quota della popolazione (stimabile tra l'11% e il

	20% di ciascun sottogruppo di sesso ed età) può essere non protetta e pertanto occorrono cautele, anche se non è necessario un intervento immediato.
$I > 1,25$	La situazione può comportare un rischio per quote rilevanti di soggetti e pertanto richiede un intervento di prevenzione primaria.
$I > 3$	Per situazioni con indice maggiore di 3 vi è necessità di un intervento immediato di prevenzione.

Tab.3.6: Interpretazione dell'indice di rischio

3.3 – Costo

Il costo è sempre un vincolo, una voce importante che tende a limitare la soluzione ottimale; anche nella fase di progettazione di contenitori la parte economica gioca un ruolo fondamentale nella realizzazione del modello di mezzo di raccolta.

Generalmente il costo si mantiene il più basso possibile quanto meno personalizzato è il prodotto; per questo motivo standardizzare rappresenta una soluzione vincente, perché limita i costi di progettazione e produzione. Per questa ragione i contenitori normalizzati sono da preferirsi in generale e solo e soltanto quando questi non risultino utilizzabili si deve ricorrere agli specifici. Ovviamente ogni attrezzamento ed ogni suo adattamento ad un particolare contenitore rappresenta un costo economico, quindi man mano che aumenta la complessità del contenitore aumenterà anche il livello di investimento necessario alla sua realizzazione.

Inoltre più un contenitore è specifico, più è articolato e complesso, più "specifica", articolata e complessa sarà la manutenzione necessaria per garantirne le funzionalità e l'adeguatezza.

Uno degli obiettivi della Tesi è quello di riutilizzare i mezzi di raccolta specifici una volta terminato il ciclo di vita del prodotto a cui sono destinati, evitando quindi che vengano stoccati in attesa di essere smaltiti; questo testimonia ulteriormente come lo scopo di questa trattazione sia nobile, poiché si prepone l'obiettivo di andare a ridurre in maniera molto importante costi di stoccaggio e gestione nel pieno rispetto di quelle che sono le linee guida seguite dalle aziende dal secondo dopoguerra ad oggi.

Vi è poi il costo dal punto di vista della logistica: un contenitore deve essere progettato per combaciare al meglio con il mezzo di trasporto e con i pezzi in esso contenuti; più questi è saturo e satura il pianale con cui dovrà essere trasportato, minore sarà il costo unitario di trasporto in quanto ogni singolo viaggio sarà in grado di trasportare più elementi.

Tutte queste considerazioni ci portano a comprendere come, in fase di progettazione, sia opportuno considerare l'idea di partire da un normalizzato per ogni elemento e salire di livello in livello di complessità del mezzo di raccolta a seconda delle esigenze.

3.4 – Movimentazione Interna

Molti aspetti legati alla movimentazione interna intervengono a vincolare la progettazione del mezzo di raccolta; tra essi distinguiamo:

- Tipologia di flusso logistico: la fisica del mezzo di raccolta può subire modifiche sostanziali a seconda di come sono stati strutturati i flussi logistici interni allo stabilimento; una soluzione particolare in questo senso è, ad esempio, quella del *kitting,* di cui si è ampiamente discusso nel Capitolo precedente; La figura seguente riporta un ulteriore esempio di mezzo di raccolta specifico adibito a questa tipologia di flusso:

Fig.3.7: Esempio di kit

- Metodo di carico/scarico: l'immissione o il prelievo di pezzi all'interno del contenitore può avvenire in maniera automatica o manuale. Le soluzioni di movimentazione possono dunque essere differenti nei vari punti della catena di valore: può avvenire, ad esempio, che lo scarico sia manuale, mentre il carico sia robotizzato, o viceversa.

  NB: con *scarico* si intende scarico della linea, quindi caricamento del contenitore, con *carico* viceversa.

Quando c'è manualità è opportuno prevedere un apposito scanso che permetta all'operatore di entrare letteralmente all'interno del mezzo di raccolta per poter eseguire la manipolazione con la maggior comodità possibile (argomento già ampiamente trattato nel paragrafo 3.1.2); questo è un vincolo in fase di progettazione, ma anche in fase di movimentazione, in quanto per norma non è possibile forcolare un contenitore dal lato dello scanso. Questo tipo di limitazione, come possiamo intuire, vincola il posizionamento sui mezzi di trasporto e la sistemazione lato linea.

Fig.3.8: MDR con scanso

I vincoli ergonomici che condizionano la presa manuale degli elementi rendono il peso trasportabile dagli operatori molto contenuto; per questo motivo, in alcuni casi particolari in cui il pezzo è particolarmente pesante da manipolare, viene utilizzato un *annullatore di peso*, grazie al quale chi trasporta può farlo in tutta sicurezza contenendo inoltre la fatica e garantendo un livello di produttività costante:

Fig.3.9: Esempio di annullatore di peso

Questi particolari strumenti sono dei manipolatori pneumatici a bracci snodati, costituiti da un cilindro pneumatico alimentato ad aria compressa accoppiato ad un sistema di trasmissione a leve che provvede a bilanciare il peso del carico applicato. La forza del cilindro è controllata attraverso due circuiti pneumatici opportunamente

predisposti: il primo provvede a mantenere sempre bilanciato il peso del sistema di presa, mentre il secondo a bilanciare il peso del carico. Il cambiamento di livello del carico è ottenuto da parte dell'operatore applicando una minima forza sull'attrezzo di presa o direttamente sul carico. Grazie a queste attrezzature risulta dunque possibile, per un solo operatore, movimentare elementi anche molto pesanti rispettando le restrizioni ergonomiche.
Quando invece vi sono degli automatismi di presa dell'elemento, è opportuno lasciare appositi spazi all'interno del mezzo di raccolta in modo tale da favorire i movimenti del robot e prevedere rastrelliere che permettano di distanziare in modo corretto gli elementi; entrambe queste operazioni, seppur necessarie, vanno a limitare la saturazione del contenitore.
In alcuni casi, quando cioè il peso e l'ingombro dell'elemento superano i limiti consentiti per il trasporto da parte di una sola persona, si può prevedere un carico/scarico manuale eseguito da due operatori; in questo caso, molto raro, possono essere progettati due scansi su un solo lato.

- Mezzo di movimentazione: in sede di progettazione è opportuno avere ben chiaro quale sarà l'elemento di trasporto che andrà abbinato al contenitore; a seconda dei casi questi potrà essere movimentato con i cosiddetti *Ro-Ro,* con i *dolly,* oppure, solo in casi particolari, come ad esempio quando la linea di produzione a cui è destinato il mezzo di raccolta sia molto vicina al magazzino, direttamente con il *forklift.*

E' fondamentale avere ben chiaro con quale mezzo verrà movimentato il contenitore anche per una questione di ergonomia; come abbiamo avuto modo di presentare nel Capitolo precedente, la maggior parte dei mezzi di raccolta all'interno degli stabilimenti FCA si muove tramite Ro-Ro; il progettista deve dunque tenere in considerazione l'altezza del mezzo di trasporto interno per calcolare quale sarà l'altezza complessiva per il carico/scarico . In alcuni casi, invece, il mezzo di raccolta può essere dotato di ruote: in questo caso la movimentazione del contenitore è solo interna alle unità operative.

Fig.3.10: Esempio di mezzi di movimentazione lato

- Etichette e colorazioni: dal secondo dopo guerra ad oggi si è evoluto il sistema della *Lean Production*, il quale prevede, oltre ad una produzione snella, priva di errori, sprechi e quant'altro, un luogo di lavoro ordinato e pulito, ben illuminato e sicuro per gli operatori che lo vivono quotidianamente; su questi aspetti si basa il concetto di *Visual Management,* il quale si pone come obiettivo quello di rendere le postazioni di lavoro maggiormente stimolanti e le attività da svolgersi le più intuitive possibili, attraverso l'utilizzo di cartellini, portadocumenti, colorazioni dei percorsi e dei mezzi di raccolta. Proprio per seguire questa tendenza, chi progetta contenitori dovrà prevedere un'adeguata colorazione del mezzo di raccolta a seconda, ad esempio, del modello di autovettura; dovrà inoltre prevedere la posizione in cui verranno segnalati il nome dell'elemento, il *part number* (codice univoco di definizione del prodotto), il codice del mezzo di raccolta ed eventualmente la sequenza di utilizzo dei componenti contenuti.
- Immagazzinamento: come abbiamo già avuto modo di specificare nel Capitolo precedente, i contenitori devono essere progettati in modo tale da poter essere impilati l'uno sull'altro sia durante la loro movimentazione, sia essa interna o esterna allo stabilimento, sia all'interno del magazzino; per quanto riguarda i mezzi di raccolta appartenenti ad FCA, vi sono regole differenti che limitano l'impilabilità *statica* e quella *dinamica:* il numero massimo di contenitori sovrapponibili nel primo caso è quattro, avendo l'ulteriore limitazione di non poter superare i quattro metri e mezzo di altezza, mentre nel secondo caso è tre, avendo l'ulteriore limitazione data dall'altezza del mezzo di trasporto.

3.5 – Movimentazione esterna

- Tratte e distanze: per quanto riguarda la progettazione dei contenitori, come abbiamo avuto modo di argomentare nel Capitolo precedente, l'aspetto dei trasporti esterni si rivela fortemente influente sull'efficienza logistica; è dunque opportuno far sì che il mezzo di trasporto scelto sia il più compatibile possibile con i contenitori da trasportare, in modo tale da aumentarne la saturazione e, di conseguenza, ridurre il costo unitario di trasporto per elemento trasportato.

  Prima di capire quale sia il volume più adatto a trasportare la totalità dei contenitori oggetto di una spedizione (quindi, ad esempio, se si è scelto il camion, quale sia il più adatto tra Mega, Bilico e Bilico 18) è bene stabilire quale sia la tipologia di mezzo di trasporto più adatta; in questo senso, la scelta ricade in funzione di due parametri:

materiale costitutivo del mezzo di raccolta e, principalmente, distanza da percorrere, insieme con vincoli naturali da sorpassare (se tra luogo di presa e luogo di consegna si frappone l'Oceano, la scelta sarà ridotta a nave o aereo…). Generalmente le regole da seguire sono riassunte nella seguente tabella:

		Means	TRUCKS	RAILWAYS	SHIP	URGENT FREIGHTS
		Distances	D < 2500 km	500 km < D < 5000 km	D > 1000 km	D > 500 km
Containers	Types					
	Special: Standard with dunnage		↑	↑	○	↓
	Special: Metal		↑	↑	↑	↓
	Special: standard, plastic dunnage		↑	↑	↑	↑
	Special: non-standard, plastic dunnage		↑	↑	↑	↑
	Special: PPS expendable dunnage		↑	↑	↑	↑

Tab.3.7: Trasporto in funzione di distanza e materiale costitutivo dell'MDR

Oltre alla ovvia compatibilità dimensionale di cui abbiamo già avuto modo di parlare, chi progetta contenitori deve prevedere alcuni accorgimenti in funzione del mezzo di trasporto in modo tale da proteggere il contenuto: se, ad esempio, il mezzo scelto è una nave, ed il contenitore in questione è uno specifico di metallo, sarà necessaria una protezione in VCI per evitare l'azione corrosiva del sale marino che andrebbe a danneggiare contenitore e contenuto durante la tratta.

VCI significa letteralmente Inibitore Volatile di Corrosione (Volatile Corrosion Inhibitor) ed è un materiale che riduce la velocità di corrosione di un oggetto metallico. Il composto VCI che costituisce l'imballaggio evapora raggiungendo la superficie dello stesso, dove condensa sotto forma di cristalli microscopici che fanno in modo che il metallo sia protetto dall'umidità; in questo modo scoraggiano i fenomeni di corrosione della superficie metallica. I composti inibitori volatili di corrosione possono essere aggiunti in diverse forme di imballaggi, tra cui:

- Film polimerici (ad esempio polietilene a bassa densità, anche chiamato LDPE, Vedi Capitolo 1);
- Carta;

- Schiume;
   - Polveri;
   - Oli;
- Saturazione del mezzo di raccolta: Per quanto riguarda la movimentazione esterna, come abbiamo detto gioca un ruolo fondamentale la saturazione del mezzo di trasporto, ma anche del mezzo di raccolta: più un contenitore è ben sfruttato, più elementi sarà in grado di trasportare e, di conseguenza, minore sarà il volume d'aria contenuto. In questo modo aumenta l'efficienza logistica dei trasporti, in quanto si riduce il costo unitario legato alla movimentazione di materiale. Per questo motivo ogni contenitore deve sempre essere studiato per essere saturato al meglio ed al contempo rispettare i vincoli legati ad ergonomia, sicurezza, qualità, ecc…

  Inoltre la capacità del mezzo di raccolta dovrebbe essere fortemente vincolata ai giorni giro: con questo termine (*system days*) si intende il numero di giorni che un mezzo di raccolta necessita per eseguire un giro completo, vale a dire il tempo che intercorre tra quando parte *pieno* da fornitore e quando vi ritorna *vuoto.* Grazie a questo concetto, espresso dalla seguente formula, siamo in grado di capire il fabbisogno di contenitori per un determinato plant:

$$volume\ di\ produzione\ \left[\frac{pz}{giorno}\right] * \#giorni\ giro * capacit\grave{a}\ MdT = \#MdR\ necessari$$

  Generalmente il numero di giorni giro è in funzione della distanza tra plant e fornitore.

  Nella fase di progettazione dei mezzi di raccolta è opportuno far sì che la loro capacità sia studiata per coprire tutti i giorni giro con il minor numero possibile di contenitori, ovviamente tenendo in considerazione tutti i vincoli possibili.

- L'abbattibilità: un ulteriore aspetto che può essere tenuto in considerazione durante la progettazione del mezzo di raccolta è quello di renderli abbattibili; questa proprietà si riferisce alla possibilità di ridurre il volume occupato dal contenitore quando questi è vuoto, in modo tale da ridurre il numero di viaggi necessari al recupero del mezzo di raccolta; come è ben noto, dal punto di vista logistico il flusso ideale è quello del giro del latte (milkrun), secondo cui il fornitore consegna pieno e preleva vuoto in un unico passaggio dal cliente, avendo così un'automatica indicazione su quanto consegnare durante il giro successivo (vale a dire la sola quantità di vuoti che ha prelevato), nel

pieno rispetto di quello che nella lean production è comunemente noto come kanban (segnale visuale); qualunque sia la tipologia di flusso, in ogni caso, ridurre il rapporto pieno:vuoto può comportare un incredibile guadagno in termini di efficienza logistica: se, ad esempio, il rapporto è 1:1, significa che il volume occupato dagli MdR sarà lo stesso sia che essi siano vuoti, sia che siano pieni; di conseguenza, ad un giro di pieni corrisponderà un giro di vuoti; se invece il rapporto è, ad esempio, 1:3, significa che il volume occupato dai contenitori vuoti sarà un terzo rispetto a quello occupato dai pieni; conseguentemente sarà sufficiente un giro di vuoti ogni tre giri di pieni.
Questa tipologia di soluzione, però, trova grandi difficoltà di applicazione nel caso dei contenitori specifici, a causa della presenza dei numerosi attrezzamenti interni che rende difficile piegare il mezzo di raccolta o abbatterne una parte come avviene nel caso di alcuni contenitori normalizzati come il titan:

Fig.3.11: Contenitore abbattibile tipo *Titan*

Basti pensare al caso delle già citate torrette ergonomiche, utilizzate soprattutto per il contenimento dei rivestimenti dei padiglioni: ridurre il volume del contenitore, in un caso come questo, sarebbe praticamente impossibile proprio a causa della presenza dei suddetti attrezzamenti. Ci sono molti casi di specifici/normalizzati, ovvero contenitori molto simili ai mezzi di raccolta standard, i quali però sono caratterizzati da apposite modifiche o personalizzazioni che li rendono a tutti gli effetti degli specifici: in questi casi prevederne l'abbattibilità è ben più facile.

3.6 – 3M

Uno degli aspetti cardine della Lean Manufacturing, evoluzione del modello Toyota introdotto dal colosso giapponese nel secondo dopoguerra, è quello della riduzione degli sprechi; con sprechi, però, non ci si riferisce solamente a dispersioni di tipo economico, ma a qualsiasi attività che non apporti direttamente valore aggiunto alla produzione. E' il concetto di 3M - MURI, MURA, MUDA:

- MUDA: questa M si riferisce a qualsiasi attività, o processo, che non apporta direttamente valore aggiunto, uno spreco di tempo, denaro o risorse. Secondo Taiichi Ohno, guru del Toyota Production System, MUDA racchiude in se i 7 sprechi:
    - Trasporto: il movimento di prodotto tra due linee;
    - Inventario: il work in process (WIP), il FGI (Finished Goods Inventory) ed il RMI (Raw Material Inventory), vale a dire lo stock lungo linea, a valle o a monte di essa;
    - Movimento: gli spostamenti fisici di persone o risorse;
    - Attesa: l'atto di attesa, sia esso dovuto all'attività della macchina, all'arrivo di materiali o a qualsiasi altra ragione;
    - Sovrapproduzione;
    - Sovrapprocessamento: vale a dire condurre operazioni addizionali a quelle richieste dal cliente;
    - Difetti.
- MURI: letteralmente significa "sovraccarico", evitabile, secondo il modello del TPS, attraverso il lavoro standardizzato, inteso come standardizzazione dei processi e degli output al fine di garantire la qualità desiderata. Secondo l'approccio MURI è opportuno ridurre ogni operazione al livello più semplice possibile, per poi combinarle tra loro creando una sequenza standardizzata. Gli aspetti principali su cui MURI ha il compito di agire sono:
    - Semplicità dei processi;
    - Ripetibilità delle operazioni;
    - Takt time.

  L'obiettivo principale è quello di andare ad agire sul morale dei dipendenti, sulla qualità dei prodotti e dei processi, sulla produttività e sui costi.
- MURA: questo termine significa "variazione", intesa come mancanza di uniformità nel processo produttivo; questa può essere dovuta a cause di vario genere, come la fluttuazione della domanda, variazioni del cycle time legate alle differenze tra operatori, tempo di processamento per prodotto, ecc… è molto importante agire per ridurre questo tipo di spreco perché potrebbe essere causa delle altre due tipologie, MURI e MUDA, generando così un'esponenziale crescita di inefficienza. Standardizzare i processi e le operazioni può essere anche in questo caso la soluzione vincente per ridurre questo particolare tipo di spreco.

Da anni ormai FCA ha sposato questi concetti con l'obiettivo di migliorare l'efficienza produttiva, ovvero il raggiungimento dell'obiettivo di produzione con il minor impiego possibile di risorse.

3.7 – Fisica dell'elemento

Ovviamente uno degli aspetti di maggiore importanza nella progettazione dell'MdR è proprio la struttura fisica (ingombro e peso) dell'elemento. Come abbiamo già sottolineato il posizionamento del prodotto è fortemente vincolato dagli studi ergonomici eseguiti su di esso, ma deve anche essere collocato in modo tale che il suo ingombro non causi problemi durante la movimentazione: per esempio analizzando i componenti dei dieci modelli presi in esame per effettuare questa trattazione è stato individuato un particolare tipo di longherone, scaricato automaticamente tramite robot, lungo attorno ai due metri; in un caso come questo il posizionamento verticale dell'elemento sarebbe sconsigliabile, in quanto, a meno che il contenitore non abbia una base estremamente grande e quindi molto ingombrante e di difficile manovrabilità all'interno dei corridoi degli stabilimenti, genererebbe forte instabilità durante la movimentazione.

Anche la delicatezza dell'elemento può ovviamente influire sulle scelte al momento della progettazione: è questo il caso, ad esempio, delle fanalerie o dei cristalli; in questi casi vengono costituiti particolari attrezzamenti plastici o schiume reticolari per proteggere il contenuto:

Fig.3.12: Particolare attrezzamento per fanalerie

In quei casi in cui la movimentazione del prodotto preveda passaggi all'esterno dello stabilimento, onde evitare la presenza di agenti dannosi quali acqua o fango, possono essere aggiunte particolari coperture:

Fig.3.13: Copertura per circolazione esterna

Come accennato precedentemente il peso dell'elemento è un fattore estremamente influente nella progettazione del contenitore: questi non deve mai superare, a pieno, i 500 kg; di conseguenza la capacità sarà vincolata a questa limitazione.

Inoltre un aspetto importante per quanto riguarda le caratteristiche del prodotto è il suo valore economico: se, ad esempio, un elemento è molto costoso, il mezzo di raccolta potrà essere equipaggiato con un sistema anti-apertura; questa particolare applicazione è tipica di componenti quali autoradio o sistemi di navigazione, i quali sono generalmente contenuti in mezzi di raccolta standard resi specifici dai particolari attrezzamenti che vengono loro aggiunti.

Un ulteriore attrezzamento molto particolare attualmente utilizzato nella regione NAFTA è il sensore si sensibilità elettrostatica: l'ECU (unità di controllo motore, dispositivo per la gestione elettronica-digitale della formazione della miscela e della sua combustione, per il contenimento delle emissioni inquinanti di un motore a combustione interna), ad esempio, viene normalmente contenuto all'interno di appositi contenitori plastici antistatici.

Infine elementi esplosivi come gli airbag necessitano anzitutto di un contenitore metallico, in quanto non incendiabile, ma anche di apposite chiusure che ne garantiscano la sicurezza durante la movimentazione.

CAPITOLO 4 – LA STANDARDIZZAZIONE

4.0 - Introduzione

Il proposito di questo Capitolo è quello di ricercare, analizzando la situazione attuale dei mezzi di raccolta specifici utilizzati da FCA, quella che potrebbe essere una *gamma standard su tre dimensioni* di contenitori, suggerendo una via operativa che consenta il passaggio a questo tipo di situazione in modo tale da intenderne la fattibilità e poter impostare un'analisi di pro e contro che permetta di verificare se effettivamente standardizzare possa portare ad un vantaggio logistico globale.

Anzitutto è bene chiarire cosa si intende per standardizzazione; secondo il Vocabolario Treccani, «*standardizzare significa conformare a uno standard, a un tipo o modello considerato normale e generalmente valido*». Parlando di un prodotto, ad esempio, si intende per standardizzazione un processo attraverso il quale questi viene conformato, secondo determinate norme, a uno o più tipi completamente definiti. In altre parole significa rendere uniforme, conforme a un unico tipo, eliminando ogni tratto distintivo e carattere individuale e quindi livellando e spersonalizzando.

E' un criterio tecnico, detto anche normalizzazione o normazione, inteso a far sì che procedimenti di lavorazione, misurazione e controllo possano essere eseguiti, secondo le stesse modalità, in luoghi e tempi diversi ma con risultati comparabili, garantendo la validità di procedimenti e metodi in gran parte dei processi industriali. Le standardizzazioni possono nascere all'interno dell'azienda come propria esigenza organizzativa o derivare da norme di categoria nazionali o internazionali e possono riguardare, al limite, tutti i componenti che hanno influenza diretta sul progetto e sull'esecuzione di un prodotto, quali metodologie di progettazione, tecniche di calcolo, materiali, condizioni di sicurezza, forme e dimensioni (per

esempio elementi modulari), finiture, procedure di fabbricazione, di misura, d'ispezione e di manutenzione. L'opportunità di standardizzazione si manifesta maggiormente dove l'applicazione di norme unificate possa *ridurre al grado di routine* quante più fasi di progettazione e lavoro possibili, diminuendo di conseguenza sensibilmente i costi di produzione data la più facile ed economica esecuzione. Naturalmente i vantaggi della standardizzazione nella riduzione dei costi, nelle ricerche di mercato, nei servizi di assistenza, nella manutenzione, nella riduzione delle giacenze a magazzino, sono tanto più manifesti quanto più aumenta il volume di produzione. Gli obiettivi della standardizzazione del lavoro sono: maggiore produttività, migliore qualità delle lavorazioni, costi inferiori, maggiore utilizzazione delle capacità degli operatori, migliori condizioni di sicurezza, maggiore controllo sugli sprechi, intesi non soltanto come scarti di lavorazione, ma anche come non appropriata utilizzazione delle macchine, dei tempi di lavoro, degli sforzi, dello spazio, dell'energia e, in genere, di tutti i fattori componenti il processo produttivo.

Questa breve introduzione sottolinea come sia di fondamentale importanza avere un metodo, nella quotidianità aziendale, che permetta di unificare e semplificare le procedure di gestione delle attività.

Parlando di contenitori specifici possiamo anzitutto affermare che la normalizzazione dei mezzi di raccolta agevola la standardizzazione dei metodi di movimentazione del materiale e delle attrezzature. Questo è un tema di primaria importanza per le aziende soprattutto in ottica di *lean manufacturing*, ovvero se si ha l'obiettivo di ridurre al massimo tutte le possibili forme di spreco, sia di tempo o denaro. Taichi Ohno, ingegnere giapponese, padre di quello che è stato il punto di inizio di tutti i sistemi di produzione avuti negli ultimi sessanta anni, il *Toyota Production System (TPS)*, affermava che *"non si può migliorare senza standardizzazione",* ritenendo questa una base scientifica sulla quale valutare e correggere il proprio operato, nel rispetto di quella che è l'ottica del *miglioramento continuo (kaizen),* una *lesson learned* che permetta, passo dopo passo, miglioramento dopo miglioramento, di ottenere un grande guadagno. Uno degli aspetti più importanti della standardizzazione è quello della riduzione della variabilità umana grazie alla semplificazione delle attività (*poka-yoke*, a prova di errore). Un ulteriore aspetto di fondamentale importanza da tenere in considerazione è il fatto che la standardizzazione permette maggiore flessibilità, garantendo una facilità di cambio elevata e mantenendo elevati livelli di efficienza.

Tra gli aspetti principali della standardizzazione dei contenitori specifici vi sono elementi che abbiamo già avuto modo di citare nei capitoli precedenti come il maggiore livello di riutilizzazione dei mezzi di raccolta, per i quali si prospetta dunque un ciclo di vita maggiore rispetto a quello del modello di autovettura per i quali sono stati acquistati (con le dovute limitazioni del caso, come vedremo in dettaglio all'interno del Capitolo 6, in cui verrà presentata un'apposita analisi b/c sul riutilizzo); questa situazione permette di creare risparmi sulla produzione in quanto, al fabbricante, avere un minore mix produttivo permette una sensibile riduzione dei costi (ad esempio, di attrezzamento dei macchinari, come già accennato nel Capitolo 2 parlando di *dime*), con una conseguente riduzione del prezzo di vendita. Inoltre ha riflesso sui trasporti in quanto permette di aumentare la probabilità di avere contenitori con almeno una dimensione in comune, il che, con la soluzione tecnologica che andremo a proporre all'interno di questo Capitolo, facilita l'impilabilità mista sul pianale del mezzo di trasporto, con una conseguente maggiore probabilità di aumentarne la saturazione. Infine l'avere uno standard su questa tipologia di elementi si riflette direttamente su quella che è la gestione degli equipment per il material handling: infatti, come abbiamo avuto modo di spiegare nel Capitolo 2, ad ogni mezzo di raccolta specifico è assegnato un Ro-Ro su misura per la movimentazione interna; l'avere una gamma standard di strutture riduce sensibilmente il mix di basi possibili e, di conseguenza, riduce anche la variabilità di equipment necessaria, permettendo di riflesso di costituire economie di scala anche sotto questo punto di vista; sarà infatti sufficiente un numero ridotto di tipologie differenti di base dei Ro-Ro, il che permette, accorpando diverse dimensioni, di aumentare il volume di fornitura di una particolare struttura, riducendo così il costo unitario di acquisto.

I contenitori industriali possono essere uniformati, o meglio standardizzati, rispetto alle caratteristiche strutturali, ovvero in base alle dimensioni, ai materiali di fabbricazione, all'ingombro, ecc., oppure in base al loro utilizzo, cioè al numero di item (parti) che vanno a contenere. Nel primo caso la standardizzazione unifica i contenitori rispetto a norme ISO (internazionali) o UNI (in Italia), così come avviene per i container. La normalizzazione dei contenitori agevola la standardizzazione dei metodi di movimentazione del materiale e delle attrezzature. I tempi di trasporto ed i relativi costi sono riducibili sia con l'uso di contenitori standard sia semplificando/riducendo i movimenti del materiale. Merci imballate in modo irregolare e non standard aumentano la possibilità di errori sia al momento dell'invio sia a quello dell'arrivo. La movimentazione regolare e uniforme del materiale da parte del personale addetto riduce le possibilità di danni o dimenticanze.

Nel caso in cui un'azienda decida di standardizzare i propri contenitori in base al numero di parti che essi contengono, accade che ogni contenitore standard contiene lo stesso numero di item. Questa tipologia di standardizzazione, legata alle specifiche esigenze aziendali, può essere riferita sia a contenitori normalizzati, cioè standardizzati rispetto a norme ISO/UNI, sia specifici.

Se i contenitori sono strutturati con divisori fissi (ad esempio come quelli che servono per trasportare le uova), il conto della parti è facilitato senza richiedere un particolare sforzo mentale. In questo caso contare le parti equivale a contare i contenitori e, analogamente, è sufficiente contare i contenitori per sapere il numero delle parti. In alcuni casi il conteggio è semplificato dal codice a barre e, se i contenitori sono collocati con sistematicità sui pallet, il conteggio è ancora più facile.

4.1 – La situazione attuale

Attualmente la Regione EMEA del Gruppo FCA ha definito degli standard di base (xy) per la realizzazione dei contenitori specifici che però, ad oggi, permangono sotto forma di linea guida, quindi non vincolano la progettazione ad un'area particolare in quanto l'operatore designato alla loro ideazione può scostarsi da queste dimensioni a seconda dei casi. Le basi stabilite sono le seguenti:

STANDARD ATTUALI
1600x1200
1900x1200
1450x1200
1200x1000
2400x1200
1750x1200
2200x1200

Tab.4.1: Standard di base FCA

Per capire al meglio la situazione attuale in termini di utilizzo di questi standard sono stati analizzati dieci modelli di autoveicoli commercializzati dal Gruppo, suddivisi per area di produzione, tipologia di carico e materiale del mezzo di raccolta; tutti fattori estremamente influenti sulle dimensioni del contenitore. Ad esempio è comprensibile il fatto che si presentino situazioni in cui gli mdrs destinati ad opere di carico/scarico robotizzato risultino più grandi degli altri, anche a parità di elemento trasportato, in quanto devono prevedere una

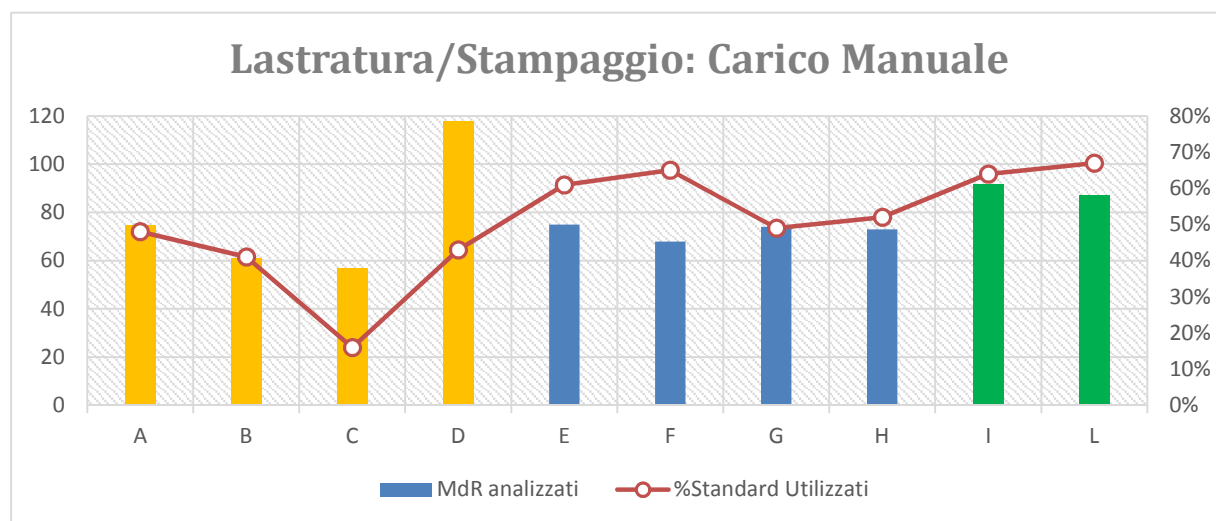
certa mobilità dell'attrezzo di presa a bordo robot al loro interno. Prendendo a titolo di esempio un'area specifica, ovvero quella del Dipartimento in cui è stato svolto il lavoro di tesi (PBL – Painted Body Logistics), la quale comprende i settori di lastratura e stampaggio, i risultati ottenuti dall'analisi sono i seguenti:

Modelli		**Lastratura/stampaggio**			
		Carichi Manuali		Carichi Automatici	
		totMdR	%stand	totMdR	%stand
A	Passato	75	48%	0	0%
B	Passato	61	41%	21	24%
C	Passato	57	16%	39	77%
D	Passato	118	43%	0	0%
E	Presente	75	61%	12	58%
F	Presente	68	65%	12	42%
G	Presente	74	49%	43	28%
H	Presente	73	52%	41	32%
I	Futuro	92	64%	44	48%
L	Futuro	87	67%	12	33%

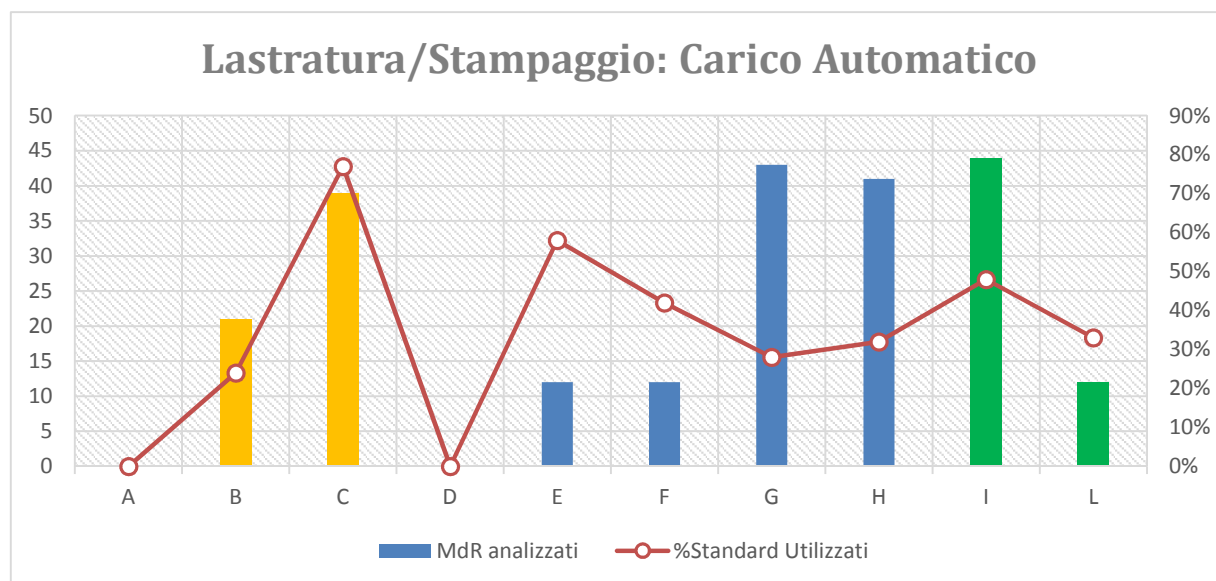
Giallo: modello attualmente in produzione;

Blu: modello di recente industrializzazione;

Verde: modello in fase di industrializzazione.

Tab.4.2: Percentuale utilizzo standard FCA

Graf.4.1: Standard utilizzati per MDR con carico manuale

Il grafico mostra l'andamento dell'utilizzo delle basi standard per le aree di lastratura e stampaggio sui diversi modelli presi in considerazione: come si può notare, complessivamente, l'evoluzione è stata positiva dal modello A al modello L, il che significa

che ci si sta orientando verso la standardizzazione, aspetto fondamentale nella gestione dei processi logistici.

Graf.4.2: Standard utilizzati per MDR con carico automatico

I dati relativi ai mezzi di raccolta con carico automatico, invece, sono diversi: come si può notare l'andamento dell'utilizzo delle basi standard definite del gruppo è stato piuttosto altalenante: questo può essere giustificato dal fatto che talvolta si è preferito favorire l'efficienza di presa del robot a scapito di quella logistica conseguente all'utilizzo di basi standard; durante l'industrializzazione dei vari modelli si cerca di raggiungere sempre il migliore compromesso.

Dopo avere effettuato questo tipo di analisi sono state analizzate le basi più utilizzate a livello complessivo su questi dieci modelli, poiché l'informazione risultante si sarebbe potuta rivelare molto interessante ai fini della scelta delle strutture facenti parte la nuova gamma di mezzi di raccolta. Per questo motivo è stata effettuata un'analisi di Pareto che permettesse di sottolineare quali sono le basi attualmente assegnate al maggior numero di codici elemento.

Il diagramma di Pareto è un grafico che rappresenta l'importanza delle differenze causate da un certo fenomeno. Esso contiene sia barre che linee grafiche, dove ogni fattore è rappresentato da barre poste in ordine decrescente e la linea rappresenta invece una distribuzione cumulativa (detta curva di Lorenz). Questo tipo di grafico può aiutare a stabilire quali sono i maggiori fattori che hanno influenza su un dato fenomeno ed è quindi un utile strumento nelle analisi, nei processi decisionali, nella gestione della qualità ed in numerosi altri settori.

Per comodità verrà riportata solo la parte cruciale della tabella matrice del diagramma di Pareto, cioè quella che, rispettando la letteratura del Principio, rappresenta il rapporto 80-20, vale a dire quel 20% di basi a cui corrisponde l'80% dei contenitori attualmente utilizzati:

Rank	Base (xy)	#Codici	Incidenza	Incidenza Cumulata
1	1600x1200	194	13,94%	13,94%
2	1900x1200	133	9,55%	23,49%
3	1450x1200	119	8,55%	32,04%
4	1200x1000	115	8,26%	40,30%
5	1200x800	86	6,18%	46,48%
6	2400x1200	75	5,39%	51,87%
7	1750x1200	69	4,96%	56,82%
8	2200x1200	57	4,09%	60,92%
9	1600x800	45	3,23%	64,15%
10	1450x800	38	2,73%	66,88%
11	2400x1300	34	2,44%	69,32%
12	1900x1000	24	1,72%	71,05%
13	2400x1450	19	1,36%	72,41%
14	2400x1600	16	1,15%	73,56%
15	1450x1000	15	1,08%	74,64%
16	2400x1000	14	1,01%	75,65%
17	1200x1200	13	0,93%	76,58%
18	1900x1250	13	0,93%	77,51%
19	1750x800	12	0,86%	78,38%
20	1350x1200	11	0,79%	79,17%
21	2200x1000	11	0,79%	79,96%
22	2400x1400	10	0,72%	80,68%

Tab.4.3: Risultati Pareto xy sui MDR più frequenti

Il diagramma che ne consegue è riportato nell'Appendice 4.1; come possiamo notare, al 20% delle basi utilizzate corrisponde l'80% dei codici elemento contenuti nei mezzi di raccolta specifici. Ciò significa che vi è una tendenza a ricreare il contenitore più adatto per ogni elemento, visto e considerato che sui dieci modelli analizzati sono state individuate ben centoventotto tipologie di basi differenti: sicuramente progettare il contenitore ideale per ogni tipologia di elemento permette di aumentarne l'efficienza (come vedremo nel Capitolo 5), vale a dire la saturazione ottenibile sia sul mezzo di trasporto che interna al mezzo di raccolta, in quanto questi risulta studiato per contenere il maggior numero di elementi possibile; se però questo studio viene eseguito senza tenere in considerazione la compatibilità del

contenitore con i vari mezzi di trasporto su cui dovrà viaggiare, ecco allora che un iniziale vantaggio si può trasformare in una grave inefficienza dal punto di vista logistico.

Una nota positiva riscontrata da questo tipo di analisi è il fatto che nelle prime otto posizioni del ranking che sottolinea il numero di codici per ogni tipologia di base, sette posti sono occupati dagli standard definiti dal Gruppo: questo è ovviamente un aspetto positivo, in quanto ci permette di intuire come ci sia stato un certo sforzo nel corso degli anni per rispettare queste indicazioni. Per questa ragione questo prime otto dimensioni verranno prese come standard.

Lo stesso procedimento è stato seguito per l'analisi delle altezze attualmente utilizzate, in modo tale da comprendere qual è la situazione attuale. Per questo motivo è stata realizzata una nuova analisi di Pareto; siccome anche in questo caso il range di altezze differenti riscontrate sui dieci modelli analizzati si è dimostrato essere parecchio ampio (68 diverse altezze), verranno riportati solo i valori di z cruciali, vale a dire quelli che, secondo la letteratura, corrispondono al 20% delle altezze utilizzate, alle quali, come vedremo, appartiene circa l'80% dei codici elemento contenuti in mezzi di raccolta specifici.

I valori sopracitati di z sono riportati nella seguente tabella:

Rank	Altezza (z)	#Codici	Incidenza	Incidenza Cumulata
1	1200	295	21,19%	21,19%
2	1000	193	13,86%	35,06%
3	1450	125	8,98%	44,04%
4	1100	101	7,26%	51,29%
5	1250	79	5,68%	56,97%
6	900	47	3,38%	60,34%
7	800	46	3,30%	63,65%
8	1400	39	2,80%	66,45%
9	700	37	2,66%	69,11%
10	1500	36	2,59%	71,70%
11	850	34	2,44%	74,14%
12	1350	34	2,44%	76,58%
13	950	32	2,30%	78,88%
14	1550	27	1,94%	80,82%

Tab.4.4: Risultati Pareto z sui MDR più frequenti

Il diagramma risultante è riportato nell'Appendice 4.2; come già accennato e come testimoniato dal grafico la situazione rispetta la teoria del diagramma di Pareto,vale a dire che al 20% delle altezze corrisponde l'80% dei codici assegnati.

I dati raccolti in entrambe le analisi sono stati oggetto di un'ulteriore test relativo alla compatibilità con i mezzi di trasporto, che ci ha permesso di capire la situazione attuale di basi e altezze utilizzate da FCA per la realizzazione di contenitori specifici.

4.2 – Gli strumenti di calcolo

4.2.1 – Analisi xy

Il primo strumento realizzato è stato un foglio di calcolo Excel che permettesse di valutare la saturazione dell'area dei vari mezzi di trasporto presentati inserendo in input le basi analizzate nel paragrafo precedente. L'immagine seguente rappresenta una parte del tool, ovvero quella relativa all'analisi sul Mega:

Camion	x	y	Area di base
Mega	13600	2440	33,184
Bilico	13600	2440	33,184
Bilico 18	15600	2440	38,064
Treni			
Swap Body	13570	2480	33,6536
Hbbillns	13680	2440	33,3792
Habiis-6	21970	2400	52,728

creato da Gabriele Goffi ©

	x	y	Area di base
Inserire dimensioni MDR →			0

E' possibile cambiare dimensione e nome dei primi due mezzi di trasporto per poter effettuare eventuali confronti con ulteriori tipologie di mezzo.

Pagina 1

Pagina 2

MEGA					
RISULTATI					
LL/LC	Tot MdR	Area Occupata	Saturazione Area MEGA	LL/LC	Tot MdR

Fig.4.2: Screen del tool per il calcolo sulle basi

Lo strumento è in grado di calcolare la migliore disposizione dei mezzi di raccolta sul Mega: in particolare sceglie se disporre i contenitori *lato lungo su lato lungo,* quindi posizionando il lato lungo del mezzo di raccolta contro il lato lungo del mezzo di trasporto, oppure se disporli *lato lungo su lato corto,*ossia disponendo il lato lungo del mezzo di raccolta contro il lato corto del mezzo di trasporto. Inoltre, qualora vi siano spazi residui sufficienti, valuta se è possibile posizionare contenitori in senso opposto a quello scelto nello spazio rimanente.

4.2.1.1 – Analisi delle formule

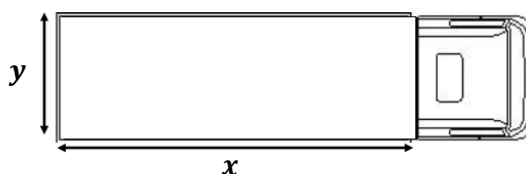



Fig.4.3: Riferimenti sul pianale del MDT

Lato lungo su lato lungo

In lunghezza: calcola quanti MdR disporre sull'asse x del mezzo,

$$in\ lunghezza = arrotonda.difetto\left(\frac{xMdT}{xMdR};1\right)$$

In larghezza: calcola quanti MdR disporre sull'asse y del mezzo di trasporto,

$$in\ larghezza = arrotonda.difetto\left(\frac{yMdT}{yMdR};1\right)$$

Residuo su lunghezza: calcola l'eventuale spazio residuo sull'asse x del mezzo,

$$Residuo = xMdT - (xMdR * in\ lunghezza)$$

Le due voci successive valutano quanti MdR è possibile disporre *lato lungo su lato corto* nello spazio residuo appena calcolato,

$$xdiresiduo = se(e(residuo\ su\ lunghezza\ \geq yMdR; xMdR \leq yMdT); arrotonda.difetto\left(\frac{residuo\ su\ lunghezza}{yMdR};1\right);0)$$

$$ysuxdiresiduo = se\left(xdiresiduo\ \neq 0; arrotonda.difetto\left(\frac{yMdT}{xMdR};1\right);0\right)$$

Dopodichè la cella successiva calcola il totale di contenitori posizionabili, senza sviluppo in altezza:

$$LL = se(o(in\ lunghezza = 0; in\ larghezza = 0); 0; (in\ lunghezza * in\ larghezza) + (xdiresiduo * ysuxdiresiduo))$$

Infine, moltiplicando il quantitativo di MdR ottenuto per l'area occupata dal singolo contenitore, la cella successiva restituisce l'area occupata.

Lato lungo su lato corto

In lunghezza: calcola quanti MdR disporre sull'asse x del mezzo,

$$in\ lunghezza = arrotonda.difetto\left(\frac{xMdT}{yMdR};1\right)$$

In larghezza: calcola quanti MdR disporre sull'asse y del mezzo di trasporto,

$$in\ larghezza = arrotonda.difetto\left(\frac{yMdT}{xMdR};1\right)$$

Residuo su lunghezza: calcola l'eventuale spazio residuo sull'asse x del mezzo,

$$Residuo = yMdT - (xMdR * in\ larghezza)$$

Le due voci successive valutano quanti MdR è possibile disporre *lato lungo su lato corto* nello spazio residuo appena calcolato,

$$ydiresiduo = se\left(residuo\ su\ larghezza \geq yMdR; arrotonda.difetto\left(\frac{residuo\ su\ larghezza}{yMdR}; 1\right) 0\right)$$

$$xsuydiresiduo = se\ \left(ydiresiduo\ \neq 0; arrotonda.difetto\left(\frac{xMdT}{xMdR}; 1\right) 0\right)$$

Dopodichè la cella successiva calcola il totale di contenitori posizionabili, senza sviluppo in altezza:

$$LC = se\big(o(in\ lunghezza = 0; in\ larghezza = 0); 0; (in\ lunghezza * in\ larghezza) + (ydiresiduo * xsuydiresiduo)\big)$$

Infine, moltiplicando il quantitativo di MdR ottenuto per l'area occupata dal singolo contenitore, la cella successiva restituisce l'area occupata.

La parte colorata in arancio presenta la soluzione migliore tra i calcoli effettuati:

$$LL, LC = se\left(LL > LC; \text{"LL"}; se\big(LL < LC; \text{"}LC\text{"}; se(LL = LC; \text{"soluzione indifferente"})\big)\right)$$

$$Tot\ MdR = se\left(LL > LC; \text{LL}; se\big(LL < LC; LC; se(LL = LC; LL)\big)\right)$$

$$Tot\ MdR = se\left(LL > LC; \text{Area occupata LL}; se\big(LL < LC; Area\ occupata\ LC; se(LL = LC; Area\ occupata\ LL)\big)\right)$$

Saturazione Area Mega: rapporta l'area occupata all'area totale disponibile sul Mega, dando in output la saturazione del mezzo.

4.2.2 – Analisi z

Lo strumento successivo esegue un calcolo simile, occupandosi però dell'asse z del mezzo di trasporto; per facilitare la comprensione dell'analisi dei calcoli, anche in questo caso viene riportata un'immagine dello strumento:

Fig.4.4: Screen del tool per il calcolo sulle altezze

4.2.2.1 – Analisi delle formule

Le assunzioni effettuate per la realizzazione di questo particolare strumento di calcolo prevedono che i mezzi di raccolta vengano impilati all'esterno e che vengano successivamente caricati sotto forma di pila all'interno del mezzo di trasporto, così come rappresentato in figura:

Fig.4.5: Schema del metodo di carico

Ne consegue che l'altezza occupata dalla pila deve essere minore dell'altezza utile del mezzo di trasporto; questa è una particolarità molto importante in quanto i contenitori specifici utilizzati da FCA hanno una conformazione particolare: sulla cima dei montanti che li compongono sono situati dei *bicchierini,* degli appositi vani studiati per rendere sovrapponibili i contenitori l'uno sull'altro. Questo accoppiamento ha una profondità approssimativamente pari a 5 cm. Questo aspetto è di fondamentale importanza poiché se i contenitori venissero impilati all'interno del camion, potrebbe risultare difficile, se non impossibile, l'inserimento dell'ultima fila.

In altezza: questa cella permette di calcolare quanti contenitori è possibile impilare l'uno sull'altro all'interno del mezzo di trasporto; secondo le norme interne del gruppo Fiat Chrysler, il massimo numero di contenitori impilabili è 3. Ciò può influire fortemente sulla saturazione del mezzo di trasporto.

$$in\ altezza = se\left(arrotonda.difetto\left(\frac{zMdt - zMdR}{zMdR - prof.inc.};1\right)+1 > 3;3;arrotonda.difetto\left(\frac{zMdt - zMdR}{zMdR - prof.inc.};1\right)+1\right)$$

Altezza occupata: calcola l'altezza della pila già costituita considerando l'incastro tra un MdR e l'altro:

$$Altezza\ occupata = zMdR * in\ altezza - \big((in\ altezza - 1) * prof.inc.\big)$$

Altezza saturabile: rapporta l'altezza occupata all'altezza del mezzo di trasporto.

4.2.3 – Valutazioni

Grazie agli strumenti realizzati è stato possibile valutare la compatibilità delle basi risultanti dall'analisi di Pareto con i mezzi di trasporto sopra riportati; infatti è opportuno che la gamma di basi sia strutturata in modo tale da garantire il miglior risultato in termini di saturazione dei mezzi, altrimenti si genererebbe un'inefficienza logistica che potrebbe tradursi in un costo maggiore.

4.2.3.1 – Le basi

La tabella successiva riporta l'analisi della saturazione dell'area generata dalle basi risultanti dall'analisi di Pareto con *#codici* maggiore di 50. I calcoli sono stati effettuati con ipotesi *monocarico*, vale a dire ipotizzando di caricare un intero pianale con una sola tipologia di mezzo di raccolta:

	MEGA	BILICO	BILICO 18	SWAP BODY	HBBILLNS	HABIIS 6
1600x1200	93%	93%	96%	91%	92%	95%
1900x1200	96%	96%	96%	95%	96%	95%
1450x1200	94%	94%	91%	93%	94%	99%
1200x1000	94%	94%	95%	93%	93%	96%
1200x800	98%	98%	98%	94%	98%	98%
2400x1200	95%	95%	98%	94%	95%	98%
1750x1200	95%	95%	94%	94%	94%	96%
2200x1200	95%	95%	97%	94%	95%	95%

Tab.4.5: Saturazione Area per base

Come possiamo vedere i valori calcolati sono più che accettabili, poiché presentano una saturazione dell'area complessiva sempre maggiore del 90%.

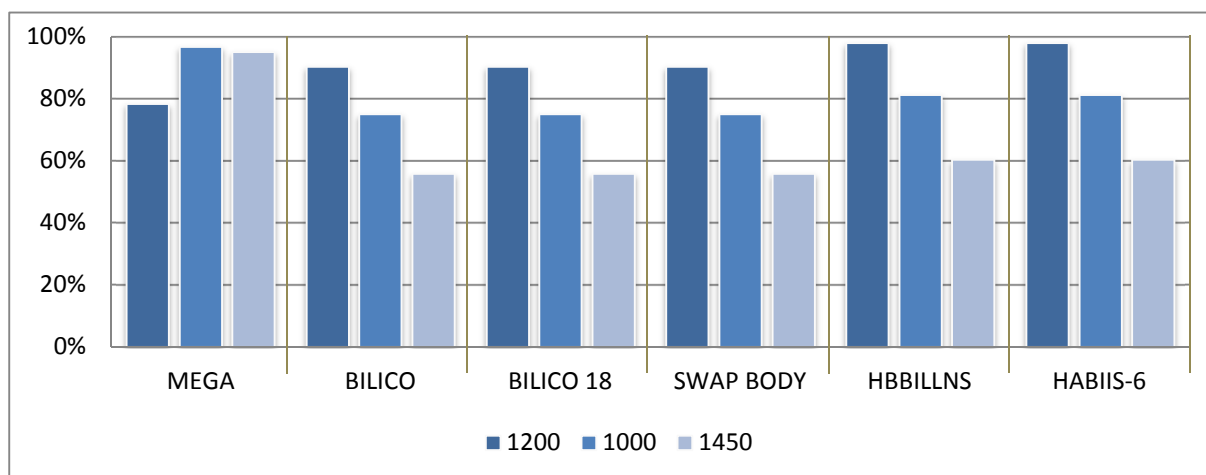
4.2.3.2 – Le altezze

Una volta scelte le basi che comporranno la nuova gamma di contenitori l'attenzione si è spostata sulle altezze, andando in primo luogo ad analizzare quelle estratte dal database realizzato sui dieci modelli e risultato dell'analisi di Pareto presentata nel paragrafo 4.1. La tabella successiva riporta i risultati ottenuti inserendo le suddette dimensioni z nel tool di calcolo presentato nel paragrafo 4.2:

	Satz Mega	Satz Bilico	Satz Bilico18	Satz Swap Body	Satz Hbbillns	Satz Habiis 6
1200	78%	90%	90%	90%	98%	98%
1000	97%	75%	75%	75%	81%	81%
1450	95%	56%	56%	56%	60%	60%
1100	72%	83%	83%	83%	90%	90%
1250	82%	94%	94%	94%	52%	52%
900	87%	100%	100%	100%	73%	73%
800	77%	88%	88%	88%	96%	96%
1400	92%	54%	54%	54%	58%	58%
700	88%	77%	77%	77%	83%	83%
1500	98%	58%	58%	58%	63%	63%
850	82%	94%	94%	94%	69%	69%
1350	88%	52%	52%	52%	56%	56%
950	92%	71%	71%	71%	77%	77%
1550	52%	60%	60%	60%	65%	65%

Tab.4.6: Saturazione altezza

Come abbiamo avuto modo di sottolineare, in totale vengono usate sessantotto diverse altezze sui dieci modelli analizzati ma le prime tre da sole rappresentano il 50% delle applicazioni. Per questo motivo queste tre sono quelle che verranno prese in considerazione per essere applicate alla gamma standard.

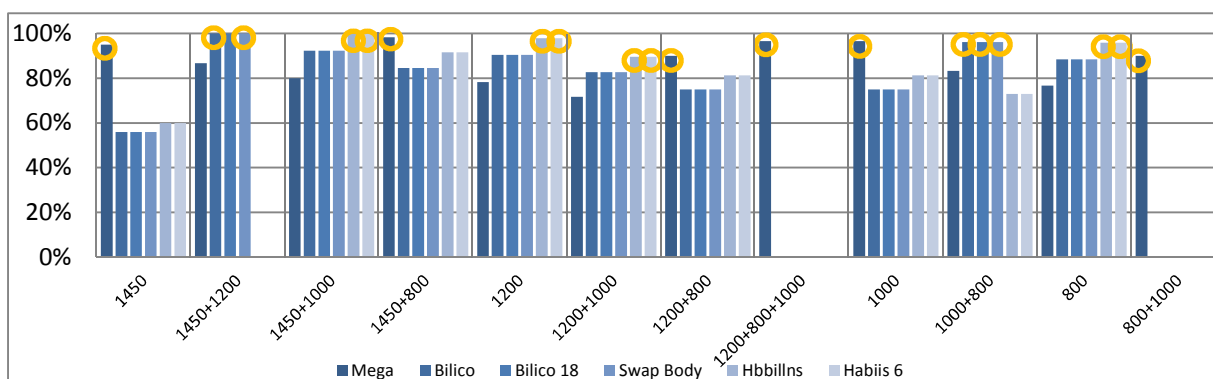
Il grafico seguente mostra in dettaglio la compatibilità di queste tre dimensioni verticali sui principali mezzi di trasporto (gomma/rotaia) utilizzati, con ipotesi monocarico:

Graf.4.3: Compatibilità delle tre altezze selezionate con i MDT

I dati mostrano come la maggior parte delle altezze attualmente più utilizzate, sebbene soddisfino la saturazione del singolo mezzo di raccolta, sia del tutto inaccettabile in termini di saturazione complessiva dei mezzi di trasporto: inoltre si evince come vi sia una naturale incompatibilità tra il Mega e gli altri mezzi di trasporto; ciò che satura al meglio l'uno, dissatura gli altri e viceversa: è esplicativa in questo senso l'altezza 1450, la quale satura in maniera ottima il Mega (95%) ma i risultati sugli altri mezzi di trasporto sono pessimi; questo è dovuto al fatto che questa particolare dimensione permette un'impilabilità a due sul Mega, mentre non è possibile creare una pila sugli altri.

A questo punto è doveroso sottolineare quella che è la logica comunemente utilizzata nell'organizzazione dei trasporti: in genere, note le dimensioni ed i volumi di fornitura dei contenitori che un fornitore dovrà approvvigionare, si sceglie il mezzo di trasporto più adatto: se, ad esempio, un fornitore si dovrà occupare della fornitura di un solo elemento, contenuto in un 1450, il mezzo più adatto, come dimostrato dal grafico, sarà il Mega; se invece un altro fornitore avrà in consegna l'approvvigionamento di un elemento con contenitore alto 1450 ed uno alto 1000, a parità di basi (alle condizioni fisiche attuali dei contenitori, che proveremo a rivoluzionare nel paragrafo 4.5), sarà possibile impilarli uno sull'altro scegliendo come mezzo di trasporto, in questo caso, il Bilico od il Bilico 18, alti 2600, ottenendo una saturazione dell'altezza piuttosto buona, pari al 94% (ci saranno venti centimetri di spazio vuoto). Se infine il contenitore sarà un 1200, anche in questo caso il mezzo consigliato sarà il Bilico, andando a perdere venticinque centimetri in altezza.

Le considerazioni presentate sino ad ora si basano solo ed esclusivamente sul trasporto via gomma; aggiungendo la possibilità di trasportare via treno (soluzione che gli esperti di Supply

Chain FCA considerano la migliore in ottica futura) le combinazioni si complicano, in quanto questi mezzi di trasporto hanno altezze minori, attorno ai 2400 millimetri; alle condizioni attuali solo la 1200 avrebbe piena compatibilità con questi mezzi di trasporto, mentre le altre porterebbero a risultati negativi; la 1450, da sola, porterebbe ad escludere la soluzione via rotaia; se però fosse accoppiata ad una 1000 si otterrebbe una saturazione dell'altezza ottimale (pari al 100% considerando l'incastro dei bicchierini). La 1000, da sola, porterebbe ad una saturazione attorno all'80%; sarebbe dunque da valutarsi il caso particolare, avendo il Mega una saturabilità maggiore, ma il treno un costo minore al chilometro insieme con volumi maggiori di trasporto per mezzo. Infine 1450 e 1200 porterebbero ad optare per un trasporto via gomma.

La tabella riportata nell'Appendice 4.3 presenta le soluzioni più adatte, in termini di mezzo di trasporto, per ogni combinazione tra le dimensioni facenti parte la gamma standard; è stata aggiunta una quarta altezza, 800 mm, settima nel ranking stilato dall'analisi di Pareto, in modo tale da permettere un'impilabilità a tre anche su altri mezzi, non solo sul Mega. Il grafico derivante è il seguente:

Graf.4.4: Soluzioni di impilabilità mista più adatte per MDT

NB: la soluzione proposta rappresenta quella che nella maggior parte dei casi potrà essere la miglior situazione da adottare; ovviamente, potranno esistere dei casi in cui quanto presentato non risulti applicabile.

Scelte le altezze che formeranno la gamma standard è opportuno dare un peso a quelle che saranno le eccezioni, proprio perché è impossibile standardizzare tutti gli elementi al 100%. Esistono componenti le cui dimensioni sono più uniche che rare (come l'ossatura del fianco del veicolo o del cofano), per cui per essi creare uno standard equivarrebbe a creare un contenitore pressoché su misura. Analizzando le altezze dei millecinquecento contenitori presi

in considerazione, appartenenti ai dieci modelli citati ad inizio capitolo, sono stati estrapolati i seguenti dati:

Modello	Tot Mdrs	Z > 1450	Z < 1450	%
A	104	15	74	20%
B	128	2	126	2%
C	136	10	126	8%
D	164	18	148	12%
E	131	13	118	11%
F	134	16	118	14%
G	178	14	164	9%
H	171	10	161	6%
I	193	13	180	7%
L	153	15	138	11%

Tab.4.7: Percentuale fuori standard per modello

Come possiamo vedere, solamente il 10% del totale dei contenitori analizzati ha un' altezza superiore ai 1450 mm; per questo motivo possiamo considerare gli elementi contenuti all'interno di essi come fuori standard, ritenendo accettabile una standardizzazione del 90% dei componenti presi in considerazione. Ulteriore elemento a favore di questa decisione è il fatto che, in molti casi, questi elementi non sono soggetti a trasporto esterno (si muovono cioè per mezzo di tradotte) o comunque seguono delle tratte brevi, tanto che i mezzi con cui vengono movimentati sono gergalmente noti come *navette*.

4.3 – La gamma standard

Incrociando i risultati ottenuti dalle differenti analisi riportate si ottiene la nuova gamma di contenitori standard che verrà presa in considerazione durante questa trattazione.

	1450	*1200*	*1000*	*800*
1600x1200	●	●	●	●
1900x1200	●	●	●	●
1450x1200	●	●	●	●
1200x1000	●	●	●	●
1200x800	●	●	●	●
2400x1200	●	●	●	●

1750x1200	●	●	●	●
2200x1200	●	●	●	●

Tab.4.8: Gamma standard

Con questo incrocio si ottiene dunque un gamma formata da trentadue contenitori. Il risultato è assolutamente positivo, soprattutto se confrontato con la gamma di strutture differenti raccolte nel database dei modelli A→L di circa 400 dimensioni.

4.4 – Analisi della gamma standard

La fase finale di questa parte operativa è stata quella di analizzare la saturazione complessiva che ognuna di queste strutture avrebbe comportato sul mezzo di trasporto individuato come più adatto per ognuna di esse, sulla base delle considerazioni fatte nel paragrafo precedente, utilizzando come prova del nove il programma di simulazione *PackVol*, software di ottimizzazione del carico dei container scaricabile in rete. In questo modo si è potuto verificare la bontà dei calcoli effettuati ed, al contempo, avere un riscontro visivo dei risultati.

La tabella successiva riporta i calcoli effettuati per ottenere la saturazione volumetrica del mezzo con ipotesi monocarico:

	MDT	#MDR	SAT			
1600x1200x1450	Mega	32	87.9%			
1900x1200x1450	Mega	28	91.4%			
1450x1200x1450	Mega	36	89.7%			
1200x1000x1450	Mega	52	89.3%			
1200x800x1450	Mega	68	93.4%			
2400x1200x1450	Mega	22	90.7%			
1750x1200x1450	Mega	30	90.2%			
2200x1200x1450	Mega	24	90.7%			
1600x1200x1200	Bilico	32	83.7%	Hbbillns	32	90%
1900x1200x1200	Bilico	28	86.9%	Hbbillns	28	94%
1450x1200x1200	Bilico	36	85.3%	Hbbillns	36	92%
1200x1000x1200	Bilico	52	85%	Hbbillns	52	92%
1200x800x1200	Bilico	68	88.9%	Hbbillns	68	96%
2400x1200x1200	Bilico	22	86.3%	Hbbillns	22	93%
1750x1200x1200	Bilico	30	85.8%	Hbbillns	30	92%
2200x1200x1200	Bilico	24	86.3%	Hbbillns	24	93%
1600x1200x1000	Mega	48	89.5%			
1900x1200x1000	Mega	42	93%			
1450x1200x1000	Mega	54	91.2%			
1200x1000x1000	Mega	78	90.9%			
1200x800x1000	Mega	102	95.1%			
2400x1200x1000	Mega	33	92.3%			
1750x1200x1000	Mega	45	91.8%			
2200x1200x1000	Mega	36	92.3%			

1600x1200x800	Bilico	48	81.9%	Hbbillns	48	88%
1900x1200x800	Bilico	42	85.1%	Hbbillns	42	92%
1450x1200x800	Bilico	54	83.5%	Hbbillns	54	90%
1200x1000x800	Bilico	78	83.2%	Hbbillns	78	90%
1200x800x800	Bilico	102	87%	Hbbillns	102	94%
2400x1200x800	Bilico	33	84.5%	Hbbillns	33	91%
1750x1200x800	Bilico	45	84%	Hbbillns	45	90%
2200x1200x800	Bilico	36	84.5%	Hbbillns	36	91%

Tab.4.9: Saturazione volumetrica per struttura standard proposta

Ovviamente la soluzione via treno è vincolata alle tratte disponibili; per questo motivo, in quei casi in cui la soluzione ottima fosse quella dell'utilizzo di un mezzo di trasporto su rotaie è stato riportato anche il corrispettivo su gomma.

Tutte le analisi fin'ora presentate portano a sottolineare un aspetto estremamente importante, ovvero quanto risulti complessa l'organizzazione dei trasporti nell'ottica dell'efficienza logistica. E' bene sottolineare che è estremamente difficile far combaciare questo aspetto con i vincoli legati al prodotto. Inoltre l'impatto che la saturazione dei mezzi ha sul costo logistico dipende, ovviamente, dalle tratte che i vari contenitori dovranno seguire: è bene infatti ricercare la saturazione sulle tratte lunghe, quelle su cui si macinano centinaia di chilometri e l'impatto che il trasporto di aria può avere può essere molto maggiore in termini economici. In molti altri casi, invece, il trasporto (soprattutto quello su gomma) può essere paragonato ad una semplice navetta in cui si ha un giro continuo di mezzi di trasporto da luogo di fabbricazione a luogo di utilizzo, che in questi casi risultano essere estremamente vicini.

4.5 – Innovazione tecnologica

La ricerca di una gamma standard di contenitori ha un risvolto molto importante su quella che è l'impilabilità mista degli stessi all'interno del mezzo di trasporto; come già accennato, i mezzi di raccolta specifici utilizzati da FCA presentano dei bicchierini sulla cima delle quattro traverse che li compongono, che garantiscono l'accoppiamento tra un contenitore e l'altro durante il loro impilamento. Questo è un vincolo dal punto di vista logistico, in quanto permette di impilare l'uno sull'altro solo quei contenitori che presentano una comunanza su due dimensioni, ovvero quelli che hanno stessa base (xy). Se si decidesse di modificare la conformazione di tali MdR adottando, anziché i bicchierini, una canalina, il vincolo all'impilabilità si ridurrebbe ad una dimensione, garantendo una scelta più ampia nel posizionamento delle merci ed una maggiore efficienza logistica nei trasporti.

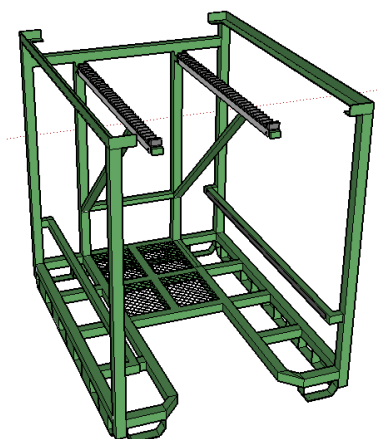



Fig.4.6: Confronto tra soluzione attuale e proposta, realizzata con il software di disegnazione 3D *Sketchup*

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, che hanno portato alla selezione di trentadue strutture da adottarsi come standard, la selezione delle basi è avvenuta per mezzo di un'analisi di Pareto che ha sottolineato quelle che sono le dimensioni *xy* più utilizzate; questo procedimento ha portato ad una gamma che presenta, nel 100% dei casi, una dimensione in comune con le altre. Questo risultato si sposa alla perfezione con quella che è l'innovazione suggerita in questo paragrafo poiché, avendo almeno una dimensione in comune in tutti i casi, sarà possibile, in tutti i casi, ottenere un'impilabilità mista. Questa soluzione porterebbe dunque ad una rivoluzione nel modo di fare trasporti per FCA, potendo sempre mirare a sfruttare il massimo volume possibile del mezzo di trasporto.

Questo risultato non è casuale: FCA, come ogni costruttore, adotta politiche di Lean Manufacturing, le quali prevedono, tra le altre cose, di orientarsi verso l'*outsourcing* in modo tale da concentrare la maggior parte degli sforzi su quello che viene definito *core business* aziendale. Tutto ciò allo scopo di svincolare l'azienda da aspetti organizzativi e complicazioni gestionali di ogni genere legati all'oggetto della fornitura, ottenendo così un'organizzazione meno complessa ed una struttura più flessibile ed al contempo meno sensibile alle variazioni di mercato (anche definita struttura agile). A testimonianza di quanto affermato vi è il fatto che, sui millecinquecentotre elementi analizzati, destinati a contenitori specifici, il 60% rientrasse nella categoria *buy,* mentre il restante 40% fosse *make.*

La tendenza all'outsourcing, tra le altre cose, comporta un incremento della rete di fornitori e, di conseguenza, maggiori volumi di fornitura, quindi maggiori volumi di elementi viaggianti; per questo motivo chi progetta i contenitori specifici è tenuto a configurare il mezzo di raccolta perché abbia almeno una dimensione compatibile con il mezzo di trasporto, in modo

tale da sfruttare al meglio gli spazi a disposizione; è proprio per questo che l'analisi di Pareto ha evidenziato la 1200 come dimensione più utilizzata, dimensione che è risultata l'elemento chiave per l'applicabilità dell'innovazione tecnologica proposta.

Alla luce di queste considerazioni, si è scelto di far si che i contenitori facenti parte la gamma standard dovranno avere non più il bicchierino ma la soluzione sopracitata, in modo tale da garantire un'impilabilità mista globale, consentendo così un migliore sfruttamento degli spazi all'interno del mezzo di trasporto.

4.5.1 – Esempio Pratico

Per comprendere al meglio la soluzione suggerita nel paragrafo precedente è opportuno presentare un esempio pratico, in modo tale da rendere comprensibile il vantaggio che l'adozione della canalina al posto dei bicchierini possa comportare nella gestione della movimentazione dei contenitori: si prenda dunque in considerazione l'esempio del fornitore X, il quale si occupa della fornitura di due diverse tipologie di prodotto contenute in altrettante tipologie di contenitore; in particolare abbiamo:

1. 1350x1200x1800, per un totale di 80 contenitori/giorno;
2. 1500x1200x1200, per un totale di 72 contenitori/giorno.

Il mezzo di trasporto attualmente utilizzato è il Bilico, che ricordiamo avere le seguenti dimensioni: 13600x2440x2600.

In ipotesi monocarico la capacità del suddetto veicolo relativamente ai contenitori in questione è dunque la seguente: venti contenitori per il contenitore uno, trentasei per il contenitore due.

Per poter dunque trasportare tutte le merci, il fornitore X dovrà inviare più camion così organizzati:

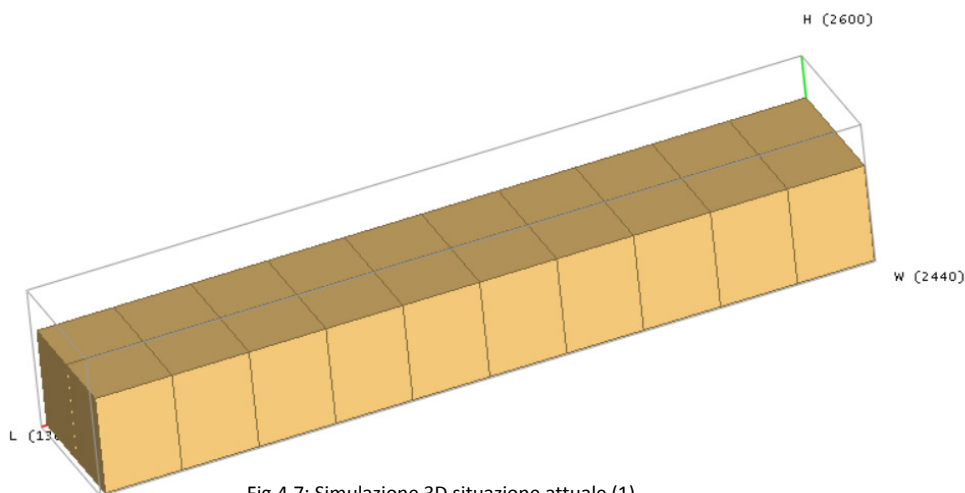



Fig.4.7: Simulazione 3D situazione attuale (1)

Quattro camion dovranno avere la disposizione riportata in figura, vale a dire trasportare venti contenitori tipo uno ognuno, con una saturazione del 67,7%. Altri due camion, poi, dovranno avere la seguente disposizione:

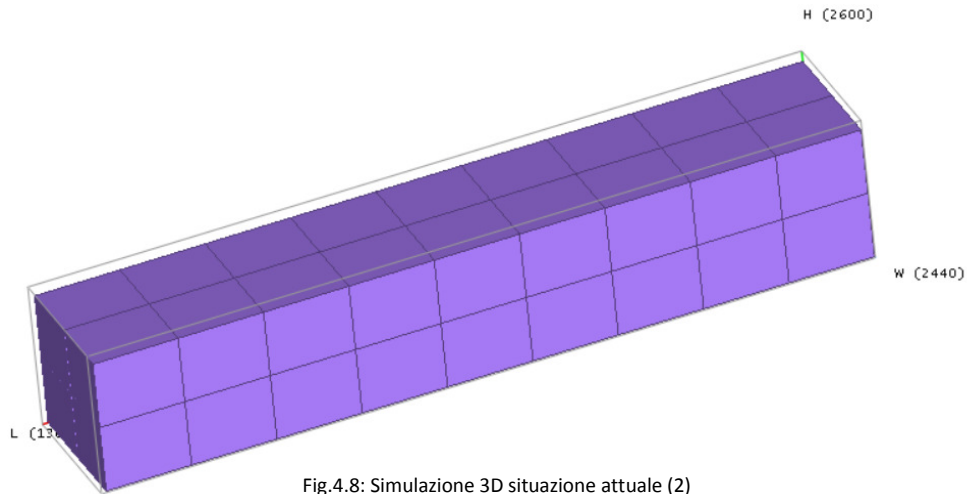



Fig.4.8: Simulazione 3D situazione attuale (2)

Saranno cioè caricati con trentasei contenitori tipo due ciascuno, con una saturazione del 90,13%. Il totale sarà dunque di sei camion in circolo, di cui quattro con una saturazione molto poco efficiente dal punto di vista logistico.

Applicando invece la soluzione proposta, cioè l'utilizzo di rotaie al posto dei bicchierini, risulta possibile ottenere un'impilabilità mista tra i contenitori presentati. Cambiando poi mezzo di trasporto, utilizzando cioè un Mega, la cui differenza dal precedente ricordiamo essere la dimensione z, pari a 3000, si potrebbe ottenere il seguente risultato:

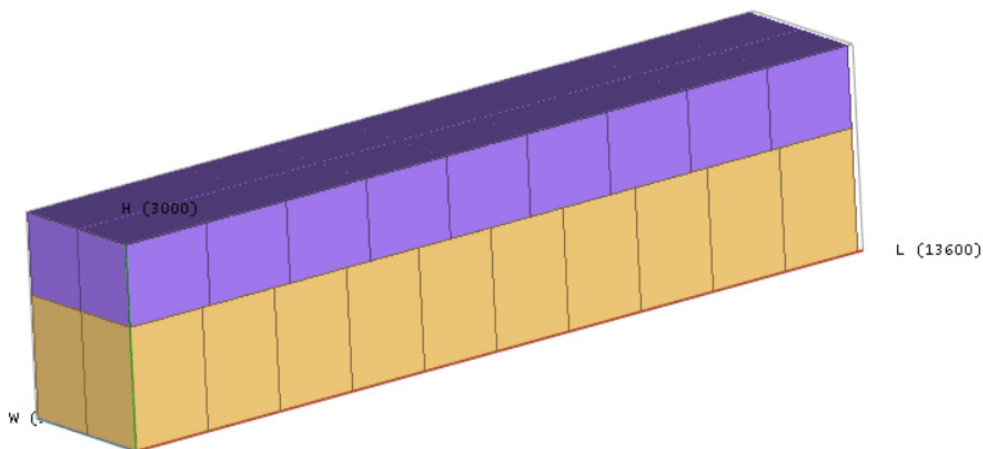



Fig.4.9: Simulazione 3D situazione con innovazione

Applicando questo tipo di soluzione ogni camion sarebbe sfruttato al meglio, in quanto arriverebbe a possedere una saturazione del 97,64%. Ciò che conta veramente è il fatto che sarebbero necessari solamente quattro camion e non più sei come nella soluzione precedentemente presentata.

4.6 – Conclusioni Capitolo

L'esempio riportato è stato spunto per una serie di considerazioni finali circa quanto presentato in questo Capitolo: anzitutto grazie ad esso si è potuto capire come l'avere uno standard, cioè una serie di dimensioni prefissate, insieme con la soluzione proposta, permetta di sfruttare al meglio i volumi disponibili a fronte di un'adeguata scelta del mezzo in funzione degli elementi da trasportare. Senza la presenza di limiti dimensionali sarebbe stato molto più complicato, e soprattutto molto più *casuale*, l'ottenimento di un risultato simile; è proprio la casualità il nemico numero uno della standardizzazione, l'elemento per cui questa esiste. Grazie alla standardizzazione, infatti, siamo in grado di controllare la casualità, di limitarla, ottenendo così una maggiore facilità di gestione nella movimentazione dei mezzi di raccolta specifici. Inoltre presentare un caso pratico ci ha permesso di iniziare ad intendere qual è la logica che muove la gestione dei trasporti e quali sono gli aspetti da privilegiare.

Concludendo la tabella successiva riporta il prima/dopo l'applicazione della gamma standard, confrontando il numero di basi/altezze/strutture differenti sui dieci modelli analizzati con la soluzione proposta:

UTILIZZO DIMENSIONI	FCA	GG
# BASI STANDARD	7	8
# BASI NON STANDARD	121	-
# BASI TOT	128	8
# ALTEZZE	75	4
TOT STRUTTURE	404	32

Tab.4.10: Confronto tra situazione attuale senza strutture standard e situazione proposta

CAPITOLO 5 – APPLICAZIONE DELLO STANDARD

5.0 – Introduzione

Scopo di questo Capitolo è quello di proseguire con la linea operativa cominciata con il precedente, attraverso il quale è stato elaborato un percorso logico che permettesse di estrapolare una ipotetica gamma standard sulla base degli utilizzi attuali e della compatibilità con i mezzi di trasporto.

Il seguente esempio, che si propone di confrontare il modello di business di due colossi del settore dell'abbigliamento per quanto riguarda la realizzazione di un vestito da uomo, svela il filo logico che lega i casi riportati nelle pagine seguenti, in cui si è tentato di applicare la gamma standard a delle situazioni reali per comprendere l'impatto che questa può avere in termini di efficienza sui trasporti.

Si prendano in considerazione due aziende, Armani e Zara. La prima offre un capo d'abbigliamento su misura su ordinazione del cliente, garantendo altissima qualità del tessuto e delle finiture, consegnando in tempi giusti un prodotto unico e personalizzato creato da artigiani specializzati; la seconda, invece, offre un capo d'abbigliamento di buona qualità realizzato in taglie standard uguali per tutti i punti vendita, riuscendo così a contenere i costi di realizzazione e potendo sfruttare una produzione in serie nelle LCC (Low Cost Countries), caratterizzate da una mano d'opera assolutamente non specializzata (nel primo caso, l'artigiano realizza il prodotto da cima a fondo, nel secondo la produzione è sotto forma di catena di montaggio, per cui ad ogni operaio è associata un'operazione; questo influisce positivamente sui costi di fabbricazione) ed economica. In questo modo è in grado di garantire un prezzo di vendita molto competitivo.

Se si sceglie la prima soluzione si avrà un prodotto eccellente e molto efficiente, in grado di risaltare le caratteristiche fisiche del cliente, mentre nel secondo caso il prodotto potrà essere aggiustato in modo tale da calzare meglio (orlo ai pantaloni, sciancratura della giacca, ecc…) o il cliente potrà impegnarsi per modificare il proprio fisico in modo tale da aumentare l'aderenza al tessuto, ma non potrà mai raggiungere il risultato del primo proprio per il fatto che non è un prodotto unico bensì realizzato in taglie standard.

Il compito di questa sezione è quello di andare a valutare come il confronto standard/personalizzato presentato nell'esempio precedente sia applicabile anche alla logistica ed in particolar modo ai mezzi di raccolta specifici, andando a confrontare la compatibilità del contenitore attuale e dello standard proposto con il mezzo di trasporto ritenuto più idoneo.

In particolar modo questa sezione ha anche il compito di analizzare un aspetto rilevato come potenzialmente critico per quanto riguarda la standardizzazione dei contenitori specifici, vale a dire l'impatto che la possibile variazione di capacità dovuta all'applicazione di una gamma normalizzata ha sui trasporti, sia in termini economici che di impatto ambientale.

Per fare ciò, in primo luogo, verranno presentati quattro casi individuati come esplicativi durante l'applicazione dello standard; dopodiché verrà analizzato un campione di cinquanta elementi, estratti casualmente tra i viaggianti facenti parte la popolazione di millecinquecento presi in considerazione per lo sviluppo della Tesi, valutando l'impatto complessivo ottenibile in termini di numero di pezzi trasportabili, di costo unitario di trasporto e di emissioni atmosferiche.

5.1.0 – Esempi esplicativi: premessa

Prima di riportare i quattro esempi è opportuno sottolineare il fatto che gli unici dati reali che verranno riportati sono luogo di produzione dell'elemento ed, approssimativamente, il luogo d'origine del fornitore, in modo da poter estrapolare una distanza chilometrica che possa permetterci un'analisi dal punto di vista del costo di trasporto. Ovviamente ogni dato sensibile, come il costo dell'elemento o il costo di trasporto (per quanto questi sia normato dal Ministero dei Trasporti e vincolato a degli standard tariffari), non verrà riportato, ma verrà utilizzato per estrapolare una percentuale di differenza tra attualità e soluzione proposta, in modo da rendere l'idea della grandezza del costo/risparmio che questa può comportare.

Inoltre le considerazioni effettuate riguarderanno solamente il trasporto via gomma, in quanto il rapporto *road/rail* attuale per FCA Emea è circa 90-10.

5.1.1 – Vasca presa aria modello D

Il primo elemento riportato a titolo di esempio è una vasca presa aria montato sul modello D, prodotto in Serbia nello stabilimento di Kragujevac e rifornito da un'azienda turca; il percorso è il seguente:

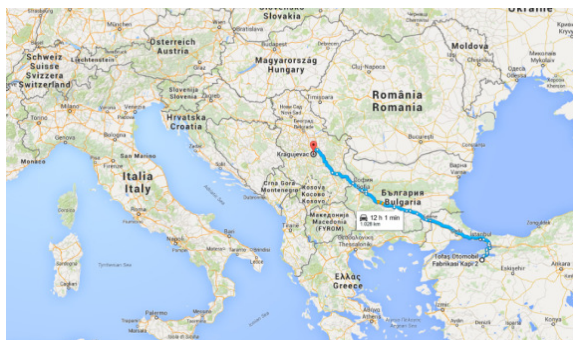



Fig.5.1: Tratta Fornitore-Plant

Come possiamo notare, la tratta è di oltre mille chilometri, il che rende l'efficienza logistica su questo elemento un punto estremamente importante per quelle che sono le finanze destinate ai trasporti.

Attualmente questo particolare elemento, le cui dimensioni approssimate sono 1249x138x369, viene allocato in un mezzo di raccolta di dimensioni 1450x800x1000 ottenendo una capacità di 42 elementi, che rende la densità di 38 pezzi a metro cubo, come riportato nel 3D:

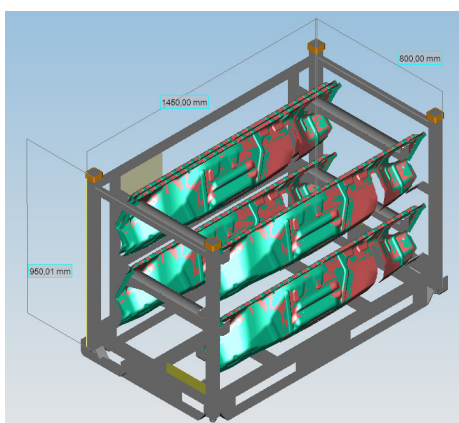



Fig.5.2: MDR attuale

A queste condizioni il mezzo di trasporto più adatto tra quelli riportati nel Capitolo 2, utilizzando lo strumento di calcolo presentato nel Capitolo precedente, è il Mega, per cui è

supponibile che l’azienda opti per questa soluzione durante il trasporto. In particolare con questo camion si riescono a trasportare ottantuno mezzi di raccolta, per un totale di tremilaquattrocentodue elementi con una saturazione del 92%.

Volendo inserire questa presa aria in un mezzo di raccolta tra gli standard proposti, il più adatto risulterebbe il 1450x1200x1000. Come fare, a questo punto, per calcolarne la nuova capacità a livello virtuale, rendendo veritieri gli spazi interni e le dimensioni degli attrezzamenti?

Tramite l’utilizzo di *TeamCenter,* software di Product Lifecycle Management prodotto da Siemens, è possibile analizzare visivamente i contenitori, potendo così estrapolarne dimensioni esterne, dimensioni interne, dimensioni dell’attrezzamento di contenimento degli elementi, passo tra un elemento e l’altro e capacità. Utilizzando poi una formula studiata per elaborare input come dimensioni dell’elemento, dimensioni dell’attrezzamento interno e passo, cioè distanza tra un elemento e l’altro, è stato possibile calcolare la capacità del contenitore.

Il passaggio successivo è stato quello di andare a confrontare la capacità reale con quella calcolata tramite formula, per andare così a valutare il livello di precisione del calcolo e, di conseguenza, la sua accettabilità. Questo step è di fondamentale importanza per capire l’attendibilità del risultato finale, poiché senza di esso non sarebbe possibile valutarne la bontà e, di conseguenza, non si avrebbe un’informazione che dica se ha senso o meno il calcolo effettuato.

Grazie al TeamCenter è possibile estrapolare le dimensioni approssimative dell’elemento, ovvero far sì che questi risulti essere contenuto in un ideale parallelepipedo, in modo da facilitarne la gestione. La seguente foto riporta un esempio di questa approssimazione:

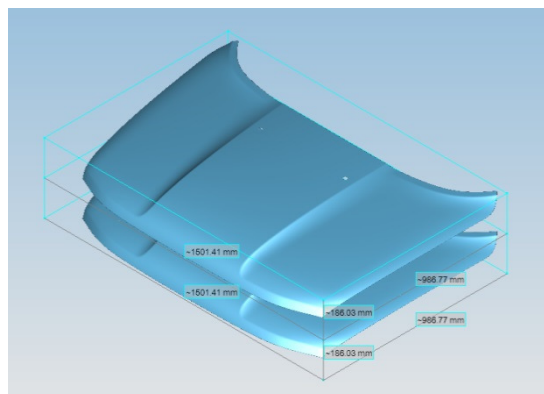



Fig.5.3: Esempio di approssimazione delle dimensioni del pezzo

La figura ci mostra il grosso limite di questa metodologia, ovvero il fatto che non è possibile considerare la possibilità di incastro tra i due elementi o comunque l'avvicinamento di uno all'interno del volume di appartenenza dell'altro; infatti, prendendo l'esempio riportato nell'immagine, i due elementi sovrapposti sarebbero posti a 166 mm l'uno dall'altro quando in realtà dovrebbero avere un passo di circa 100 mm. Il divario in questo caso è 66 mm, ma potrebbe essere anche maggiore se al posto di un rivestimento esterno avessimo preso come esempio un'ossatura, elemento che viene comunemente impilato a pacchetto.

Per sopperire a questa problematica è stata pensata la seguente formula, da applicarsi in Microsoft Excel:

$$capacità = \left[arrotonda\left[\frac{spazio\ utile - dimensione\ elemento + passo}{passo}\right]; 0\right] * numero\ piani$$

La tabella sottostante riporta, a titolo di esempio, una serie di calcoli effettuati per andare a valutare la bontà della formula, in modo tale da comprenderne l'accettabilità:

Elemento	Tipologia elemento	Capacità reale	Capacità calcolata	Precisione Calcolo
A	SGB	16	16	100%
B	SGB	7	7	100%
C	SGB	18	16	89%
D	SGB	24	24	100%
E	SGB	7	7	100%
F	SGB	4	3	75%
G	SGB	8	7	88%
H	SGB	15	15	100%
I	SGB	16	16	100%
M	IMBM	20	19	95%
N	IMBM	24	24	100%
O	IMBM	40	42	95%
P	IMBM	42	42	100%
Q	IMBM	12	12	100%
R	IMBM	48	48	100%
S	IMBM	40	41	97%

T	IMBM	32	32	100%
U	IMBM	33	31	94%
V	IMBM	12	12	100%

Tab.5.1: Estrapolazione della precisione della formula ritrovata

Ritornando all'elemento dell'esempio, quindi, grazie alla formula appena presentata ed ad una proporzione, attraverso la quale è stata calcolata la lunghezza dell'attrezzamento interno in modo che si mantenesse il rapporto dimensionale tra attrezzamento e dimensione interna, si è potuto calcolare la capacità che l'ipotetico attrezzamento avrebbe se applicato ad un contenitore standard di dimensioni 1450x1200x1000, ottenendo un valore di 70 pezzi per una densità di 40 elementi per unità di volume.

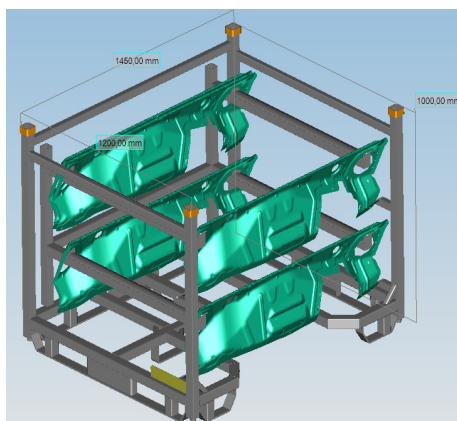



Fig.5.4: MDR proposto

A questo punto il mezzo di trasporto ideale è sempre un Mega, ma, con questa nuova dimensione, siamo in grado di contenere 370 elementi in più (+11%), in quanto per ogni pianale è possibile caricare 54 mezzi di raccolta della suddetta capacità per un totale di tremilasettecentottanta elementi. In questo modo, oltretutto, si ottiene una saturazione del mezzo di trasporto pari al 97%.

Questo primo esempio di applicazione ha portato dunque ad un risultato assolutamente positivo.

5.1.2 – Rinforzo montante centrale modelli G-H

Il secondo caso preso a esempio riguarda un rinforzo montante centrale.

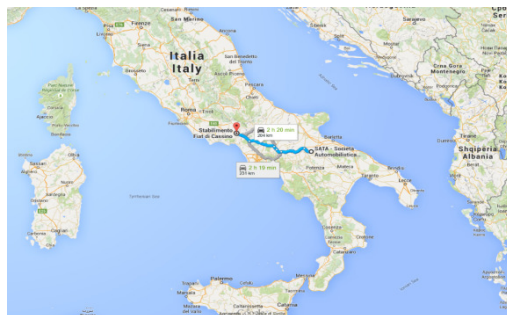



Fig.5.5: tratta Fornitore-Plant

L'elemento in questione non percorre una tratta di migliaia di chilometri come il precedente, ma rappresenta comunque un caso molto curioso a causa delle dimensioni del mezzo di raccolta all'interno del quale è contenuto, un 2400x1600x1200, che possiamo vedere nel 3D:

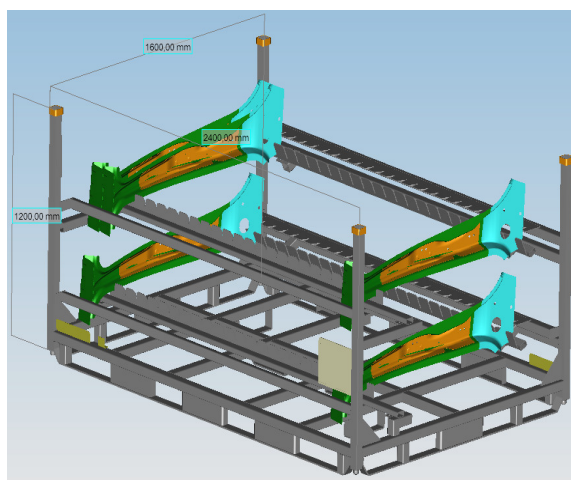



Fig.5.6: MDR attuale

Questo contenitore specifico, nonostante le dimensioni molto imponenti, ha una buona capacità di saturazione del mezzo di trasporto in quanto, ponendo il lato lungo dell'elemento contro il lato corto del camion, si può sfruttare al meglio lo spazio sul pianale, ottenendo una saturazione dell'83,7%. Seguendo però quella che è la logica di questo Capitolo, dobbiamo ricercare una dimensione, tra quelle standard, all'interno del quale l'elemento in questione possa essere contenuto; per non alterare vincoli legati al posizionamento o le dimensioni degli attrezzamenti interni, la dimensione 1600 non è stata toccata: per questo motivo si è scelto un

1600x1200x1200. Si è quindi tentato di “spezzare in due” il contenitore per poi analizzarne densità e saturazione sul mezzo di trasporto ritenuto più adatto; seguendo la logica riportata nel paragrafo precedente ed applicando la formula sopracitata si è ottenuta una capacità di 22 elementi, contro i 48 attualmente trasportati; in compenso la densità non è scesa di molto, passando da essere di dieci pezzi a metro cubo a nove. Il mezzo di trasporto più adatto, in entrambi i casi, è risultato essere il Bilico, parlando di un trasporto su gomma, o lo Hbbillns/Habiis 6 nel caso di una movimentazione via rotaia, con le seguenti differenze: attualmente, il Bilico è in grado di contenere sedici di questi mezzi di raccolta, mentre, con la soluzione proposta, potrebbe portarne trentadue; il conteggio totale, però, rimane a favore del contenitore attuale, con settecentosessantotto elementi totali contro i settecentoquattro; un 8% in meno, dunque.

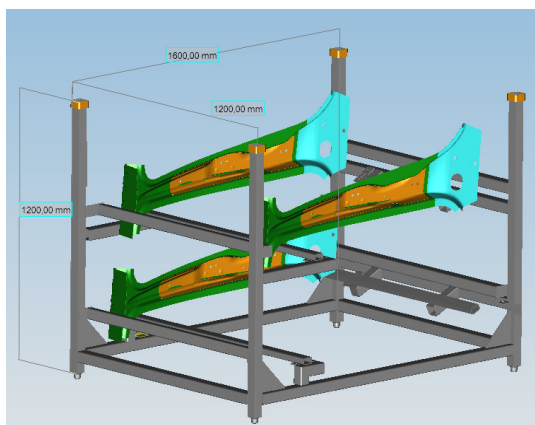



Fig.5.7: MDR proposto (1)

La soluzione proposta successivamente riguarda una disposizione alternativa del pezzo all’interno del contenitore: se si riuscisse a far calzare l’elemento all’interno di un 1600x1200x1000 si otterrebbe un indiscutibile vantaggio dal punto di vista dei trasporti; il problema però è che, alle condizioni attuali, abbassando l’altezza di 200 mm il risultato è il seguente:

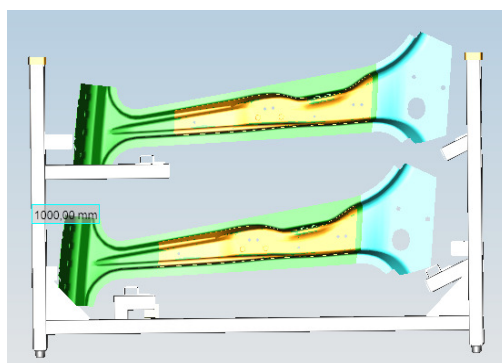



Fig.5.8: MDR proposto (2)

Come possiamo vedere l'elemento supera in altezza il contenitore rendendolo inutilizzabile, poiché una soluzione del genere implicherebbe un problema per la qualità del pezzo.

Pensando invece ad un cambiamento nella disposizione dell'elemento, che preveda di ruotare di 180° gli elementi disposti al piano superiore, sarebbe possibile ridurre la distanza tra i due piani, ottenendo il seguente risultato:

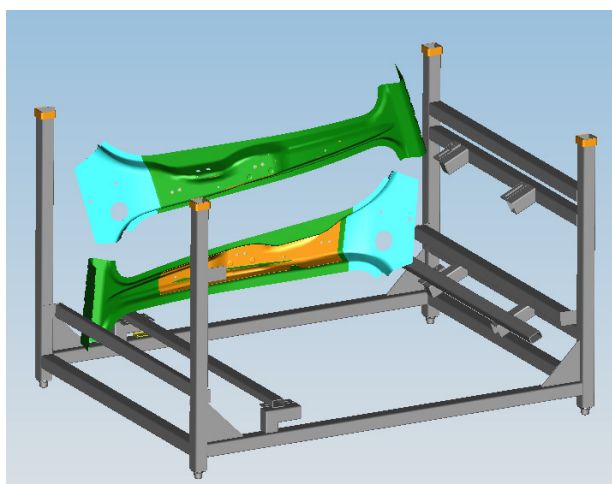



Fig.5.9: MDR proposto (3)

Ovviamente questa soluzione stride con quelli che abbiamo definito, nel terzo Capitolo, essere i vincoli che limitano il posizionamento dell'elemento all'interno del contenitore: infatti, se tra i vari spostamenti del mezzo di raccolta in questione ci fosse una movimentazione manuale degli elementi, questa soluzione non sarebbe applicabile, in quanto, per questioni di sicurezza ed ergonomia, non sarebbe permesso ruotare il rinforzo montante centrale di 180° a causa dell'ingombro dell'elemento e del suo materiale costitutivo; la lamiera, infatti, deve essere sottoposta a movimentazioni semplici e ridotte, in quanto è estremamente affilata. In questo caso, però, l'elemento viene movimentato tramite robot, quindi sarà sufficiente programmare la macchina in modo tale da eseguire manovre differenti a seconda che il pezzo provenga dal piano superiore o inferiore e rendere promiscuo l'organo di presa a bordo robot.

Con questa alternativa gli elementi calzano perfettamente all'interno del contenitore, facendo sì che la densità del mezzo di raccolta salga da dieci ad undici pezzi per unità di volume; ma l'aspetto più importante sta nel fatto che il mezzo di trasporto più adatto passa da essere il Bilico ad essere il Mega. Potendo così sfruttare l'impilabilità a tre sarebbe possibile contenere quarantotto contenitori per un totale di millecinquantasei elementi, con una saturazione

dell’89,5%; si potrebbe dunque raggiungere un incremento del 38% degli elementi trasportabili, quantificabili in un aumento di trecentocinquantadue unità.

In questo secondo caso, come abbiamo potuto vedere, l’applicazione della gamma standard ha presentato diverse alternative e non ha portato direttamente ad un vantaggio; è stato necessario un aggiustamento della disposizione del pezzo per poter ottenere un miglioramento rispetto alla situazione attuale, il che sottolinea dunque che esiste un margine di miglioramento su cui lavorare per poter rendere maggiormente efficienti i mezzi di raccolta, soprattutto se questi vengono analizzati maggiormente in condivisione tra chi li progetta e chi ne organizza il trasporto.

5.1.3 – Paraurti anteriore/posteriore modello E

Il terzo caso riguarda un mezzo di raccolta specifico molto particolare che, come il precedente, non percorre una tratta lunga, ma rappresenta un caso molto interessante riscontrato durante l’applicazione della gamma standard.

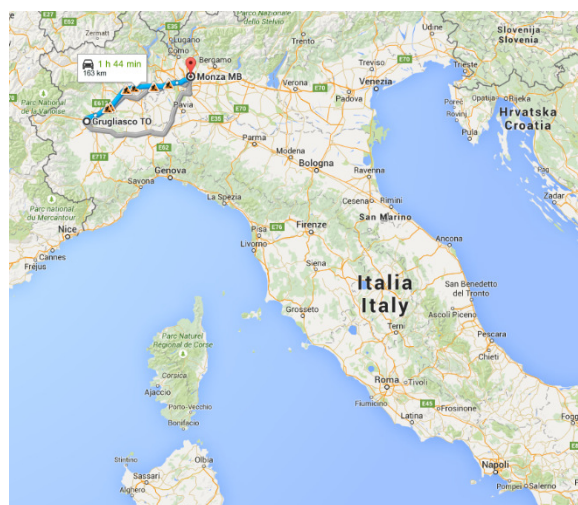



Fig.5.10: tratta Fornitore-Plant

Il contenitore in questione è un mezzo di raccolta *just in sequence,* poiché relativo ad elementi di montaggio che andranno a dipendere dalle personalizzazioni scelte dal cliente: un *kit* composto da paraurti anteriore e posteriore; l’arrivo lato linea dell’elemento dipenderà quindi dal veicolo in arrivo in produzione (es: prossimo modello = auto rossa → lato linea = paraurti rosso).

Essendo la coppia di elementi molto ingombrante il contenitore ha delle dimensioni altrettanto importanti (2200x1450x1100):

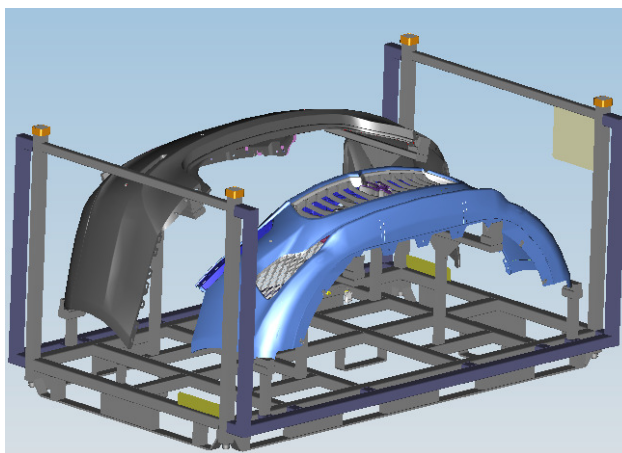



Fig.5.11: MDR attuale

In questo caso i vincoli legati alla qualità sono molto restrittivi poiché l'elemento in questione è un componente estetico di un veicolo di categoria premium, quindi estremamente delicato e costoso. Per questo motivo, alle condizioni attuali, non è possibile avvicinare i due elementi di modo che possano rientrare all'interno di un contenitore di dimensioni standard; quindi questo particolare elemento rientra tra i fuori standard, per cui per esso dovrà essere studiato un mezzo di raccolta apposito.

Un suggerimento per evitare questa situazione potrebbe essere quello di ricorrere a particolari elementi protettivi che permettano di avvicinare gli elementi senza correre il rischio che un eventuale contatto tra essi provochi un danno estetico; una soluzione, in questo senso, potrebbe essere quella di ricorrere ai sacchi in *pluriball;* con questo accorgimento potrebbe essere possibile applicare la gamma standard agli elementi. Una soluzione del genere, però, genererebbe una serie di complicazioni a lato linea legate allo smaltimento del materiale plastico; inoltre le operazioni di applicazione e rimozione rientrerebbero tra le NVAA; infine gli operatori devono eseguire le varie attività secondo un tempo imposto (tempo ciclo), quindi potrebbe essere necessario impiegare un operatore aggiuntivo per eseguire questa particolare attività, aumentando i costi di produzione.

Dovendo applicare la gamma standard agli elementi in questione, è opportuno capire quale altezza calzi meglio in questa situazione: la scelta può ricadere su 1000 o 1200 mm, ed ha riscontri molto diversi in termini logistici, che ora andremo ad analizzare.

Anzitutto, la situazione attuale prevede una densità molto bassa, 0.57 elementi per unità di volume, in quanto il contenitore ha una capacità di soli due elementi, entrambi di grandi dimensioni; inoltre, essendo alto 1100, il mezzo di trasporto più adatto è il Bilico, con una portata di 18 contenitori per un totale di 36 elementi trasportati ed una saturazione del 71,5%.

- Soluzione A: se scegliessimo l'altezza 1200 aumenteremmo di 100 mm la dimensione verticale del contenitore, trasportando un quantitativo maggiore di aria. Questa soluzione ovviamente sarebbe invariante se non toccassimo anche la base, la quale invece diviene, stringendo gli elementi, una 2200x1200x1200: in questo modo il mezzo di trasporto più adatto è sempre il Bilico, ma la capacità sale a ventiquattro contenitori per un totale di quarantotto elementi trasportati ed una saturazione dell'86,3%.
- Soluzione B: questo caso è molto simile a quello presentato nel paragrafo 5.1.2 ma, a differenza di quest'ultimo, non prevede un cambiamento nell'orientamento dei pezzi all'interno del contenitore, in quanto ci si riferisce ad elementi particolarmente pesanti ed ingombranti che devono essere maneggiati con cautela dall'operatore/i per evitare che subiscano danni qualitativi; inoltre doverli girare una volta prelevati risulterebbe gravoso per gli operatori, quindi non accettabile dal punto di vista ergonomico. Molte volte poi questi elementi possono essere manovrati con appositi annullatori di peso (presentati nel Capitolo 3), i quali potrebbero però rallentare la movimentazione portando al superamento del tempo ciclo. La soluzione proposta riguarda semplicemente un avvicinamento dei pezzi di modo da poter contenere i due elementi all'interno di un 2200x1200x1000:

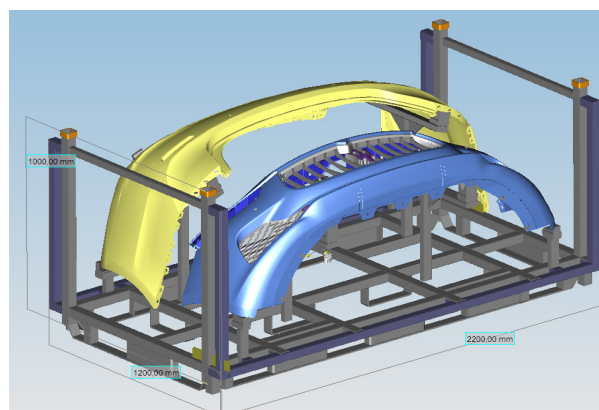



Fig.5.12: MDR proposto

Questa soluzione permette anzitutto di aumentare la densità del mezzo di raccolta da 0.57 a 0.75 pezzi per metro cubo, ma soprattutto comporta un grosso vantaggio in

termini logistici: se prima infatti il mezzo più adatto era il Bilico, ora i contenitori possono essere trasportati su un Mega; in questo modo la portata sale a trentasei contenitori, per un totale di settantadue elementi ed una saturazione del pianale del 92,3%. Con questa soluzione l'aumento sarebbe dunque pari a ventiquattro elementi, il 50% in più.

5.1.4 – Serbatoio modello E

Quest'ultimo esempio riguarda ancora un elemento di montaggio, il quale percorre una tratta di ottocentocinquanta chilometri dal fornitore al plant e che quindi rappresenta indubbiamente un punto su cui andare a ricercare l'efficienza logistica, in modo tale da contenere quanto più possibile le inefficienze e, di conseguenza, i costi.

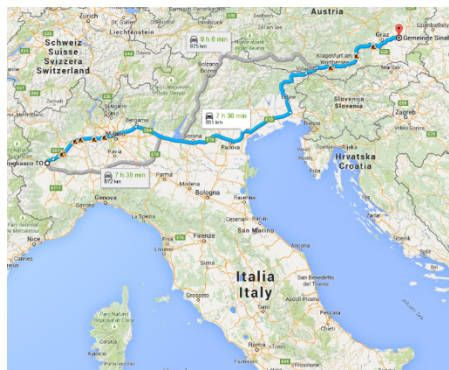



Fig.5.13: Tratta Fornitore-Plant

L'elemento in questione, il serbatoio del carburante, è contenuto all'interno di un 1450x1200x900 in tre unità, per una densità di 1,9 pezzi per unità di volume. Il mezzo di trasporto più adatto, ovviamente considerando l'incastro tra i contenitori, è il Bilico, grazie al qual è possibile ottenere una portata di 54 mezzi di raccolta specifici, per un totale di centosessantadue elementi ed una saturazione del 94,4%.

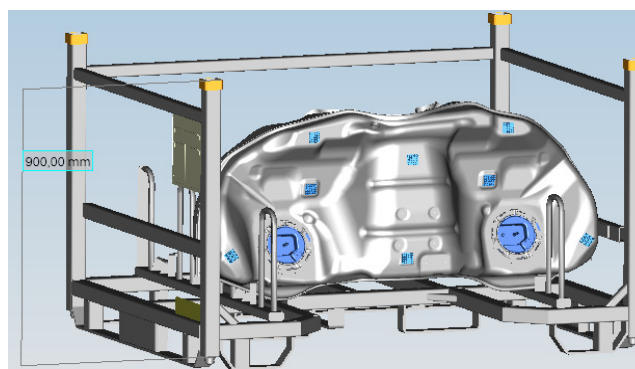



Fig.5.14: MDR attuale

Come dimostra il 3D, questa soluzione prevede che venga trasportata parecchia “aria” all’interno del contenitore; la soluzione proposta quindi prevede di ricorrere al 1450x1200x800 della gamma standard, ottenendo una situazione di questo genere:

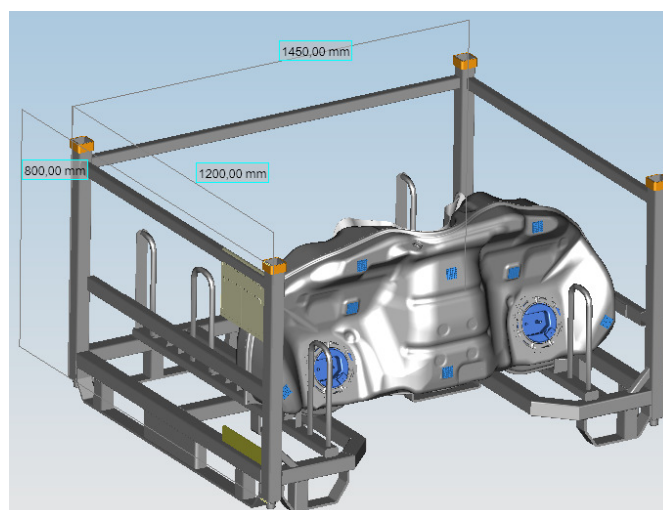



Fig.5.15: MDR proposto

Questo tipo di contenitore permette dunque di passare da una densità di 1,9 pezzi al metro cubo a 2,1, senza aumentare la capacità; per quanto riguarda invece i riscontri in termini di trasporto non si ottiene, in questo caso, alcun tipo di variazione passando alla gamma standard.

5.2 – Considerazioni sulle analisi presentate

Gli esempi riportati hanno dimostrato quanto presentato in testa al Capitolo, vale a dire che il passaggio all’utilizzo di una gamma standard per portare un vantaggio diretto in termini di trasporto necessiti, in molti casi, un cambiamento ad hoc della disposizione degli elementi all’interno del mezzo di raccolta. In particolare abbiamo visto un esempio in cui l’applicazione dello standard ha comportato un vantaggio diretto, ovvero un miglioramento delle attuali condizioni di trasporto senza alcun tipo di modifica al contenitore; ne abbiamo poi presentato uno in cui il contenitore originale fosse completamente fuori misura rispetto alla gamma proposta ed il passaggio ad una tra le dimensioni normalizzate portasse ad un risultato negativo rispetto alla situazione attuale; in questo caso, per ottenere un miglioramento, è risultato necessario adeguare gli spazi interni tra un elemento e l’altro ed il loro orientamento reciproco. In un terzo momento abbiamo visto un esempio di elemento non

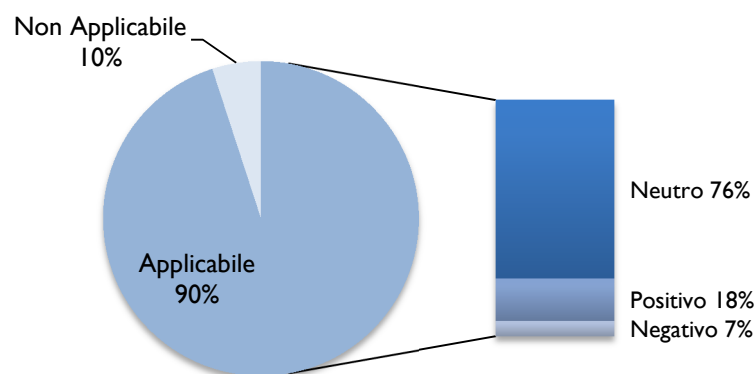
contenibile in un mezzo di raccolta standard a meno di opportuni aggiustamenti, per sottolineare ulteriormente come ogni caso sia un universo a sé. Infine l'ultimo esempio riguarda una situazione di attuale inefficienza del mezzo di raccolta il quale trasporta parecchia "aria", che viene sì eliminata passando alla gamma standard ma senza ottenere alcun vantaggio in termini di trasporto.

Riprendendo l'esempio del vestito da uomo, può essere che un cliente (la vasca presa d'aria D) abbia una fisionomia tale per cui possa calzargli perfettamente anche un capo d'abbigliamento dalle dimensioni standard, ma possono esservi altri individui (il rinforzo montante centrale G-H) a cui non vesta bene, a meno che questi non applichi opportune modifiche, dal dimagrire/ingrassare opportunatamente al tagli e cuci che ne permettano un cambiamento delle linee. Vi sono poi situazioni (il paraurti anteriore/posteriore E) in cui il vestito proprio non è vestibile a causa, ad esempio, delle dimensioni fisiche del cliente; infine può succedere che anche un'operazione di taglia e cuci non comporti alcun tipo di vantaggio (serbatoio E).

In generale possiamo dunque intendere che il vantaggio di avere una gamma standard di contenitori lo si debba ricercare in ambito gestionale ed economico (ambiti che verranno analizzati nei successivi Capitoli), poiché non si ottiene un risultato uguale per tutti in termini di efficienza logistica di trasporto; allo stesso modo l'acquistare un vestito dalla taglia standard non comporta un vantaggio globale in termini estetici, ma sicuramente conviene a livello economico.

5.3 – Analisi completa

Per confermare quanto ipotizzato sino ad ora è stato analizzato un campione casuale di cinquanta elementi viaggianti tra i millecinquecento presi in considerazione per lo sviluppo della Tesi; ad essi è stata applicata la gamma standard proposta nel Capitolo 4 mediante l'utilizzo del *TeamCenter VisMockUp*, software in grado di modificare le dimensioni e i posizionamenti dei pezzi all'interno del contenitore.

I risultati sono riassunti nel seguente grafico:

Graf.5.1: Risultati dell’applicazione dello standard proposto

La torta riporta i risultati in termini di applicabilità della gamma: come possiamo vedere il risultato è più che accettabile poiché rientra pienamente nell’ipotesi di applicabilità dello standard al 90% degli elementi presentata nel Capitolo 4. Nei casi in cui è stato possibile inserire l’elemento in una struttura predefinita, il 76% delle volte il risultato è stato “neutro”, vale a dire che non ha comportato un aumento né una diminuzione della capacità del contenitore rispetto alla situazione attuale; ciò è attribuibile al fatto che le basi dei mezzi di raccolta proposti come standard sono state ricavate da un’analisi di Pareto su quelle che sono le dimensioni attualmente più utilizzate, di conseguenza nella maggior parte dei casi si è potuto calzare il pezzo in una base identica o comunque molto simile a quella attuale. Il 18% dei casi ha avuto un riscontro migliorativo rispetto alla situazione attuale, mentre solo il rimanente 7% ha visto un esito negativo. Complessivamente le analisi hanno sottolineato che, in questo caso, l’applicazione dello standard permette di trasportare il 4% in più degli elementi rispetto alla situazione attuale senza ricorrere ad alcun tipo di modifica al contenitore.

Questo aumento ha un riflesso molto importante su quelli che sono i costi di trasporto; infatti più pezzi si riesce a caricare sul mezzo di trasporto, minore sarà il costo unitario della loro movimentazione, generando così un’efficienza logistica. Il passo successivo è stato quello di andare a quantificare questa efficienza ottenuta.

In primo luogo sono stati raccolti tutti i dati necessari, come i chilometri percorsi da ogni elemento e la tariffa a chilometro ricavata dal sito del Ministero dei Trasporti e riportata nella seguente tabella, riferita a mezzi con peso complessivo superiore alle ventisei tonnellate:

Tratta	Tariffa [€/km]
Da 101 a 150 km	1,926
Da 151 a 250 km	1,795
Da 251 a 350 km	1,633
Da 351 a 500 km	1,317
Oltre 500 km	1,227

Tab.5.2: Tariffa minima applicabile secondo MIT.

Incrociando questi dati con il numero complessivo di elementi trasportabile su ogni pianale, ottenuto grazie allo strumento di calcolo presentato nel Capitolo 4, è stato possibile ricavare un valore di costo unitario di trasporto, da confrontarsi tra situazione attuale e standard. I risultati, come già accennato, dipendono dalla variazione di elementi trasportati; per questo motivo la riduzione del costo unitario di trasporto è risultata essere del 3% rispetto alla situazione attuale.

Infine è stato estrapolato un KPI (Key Performance Indicator) "C" attraverso il quale poter valutare quale fosse, tra gli elementi presi in considerazione, quello maggiormente impattante in termini economici mediante la seguente formula:

$$C = \frac{Costo\ unitario}{Max(Costo\ unitario)}$$

La terza fase dell'analisi riguarda un argomento estremamente importante, vale a dire quello delle emissioni di gas serra nell'atmosfera legate alla circolazione dei mezzi di trasporto. Dati del Ministero dei Trasporti sottolineano come le emissioni del settore dei trasporti (esclusi quelli internazionali), relative all'anidride carbonica (CO2), principale gas serra che rappresenta il 75% circa delle emissioni globali, sono aumentate del 2.9% nel periodo 1990-2012. Tale dato è il risultato di un incremento delle emissioni di circa 24.9% nel periodo 1990-2007 seguito da una riduzione di circa 17.6% nel periodo 2007–2012 (in particolare, le emissioni dal 2011 al 2012 sono diminuite del 9.7%). Nel 2012 il trasporto ha rappresentato il 27.9% del totale delle emissioni energetiche di gas serra a livello nazionale e le autovetture hanno contribuito per circa il 56% a tale valore.

A contribuire ad accrescere l'importanza di questo tema vi fu il Trattato di Kyoto in materia ambientale riguardante il riscaldamento globale. Esso fu redatto il 16 febbraio 2005 da oltre 180 Paesi durante la conferenza COP3 della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), con l'obbligo, per i firmatari, di ridurre le emissioni inquinanti in misura non inferiore all'8.65% rispetto a quelle registrate nel 1985, considerato come anno base, nel periodo compreso tra il 2008 ed il 2014.

Oggigiorno questi aspetti sono molto importanti sia dal punto di vista etico che per quanto riguarda l'immagine che l'azienda vuole diffondere al proprio pubblico di riferimento, la quale influisce fortemente sul vantaggio competitivo che può ottenere nei confronti della concorrenza. Per questo motivo c'è sempre più attenzione a riguardo ed è bene studiare metodologie per ridurre le emissioni; in un caso come quello presentato, in cui l'applicazione di una gamma standard ha un riscontro positivo in termini di efficienza logistica, conseguentemente si avrà un riflesso positivo anche su quelle che sono le emissioni atmosferiche.

Per poter valutare le emissioni di CO2 relative ad ognuno degli elementi analizzati è stato calcolato anzitutto il fabbisogno per vettura di ognuno e la produzione giornaliera dei veicoli di appartenenza. Grazie a questi dati è stato possibile ricavare il fabbisogno giornaliero di ogni componente; dopodiché, tenendo conto della capacità calcolata per ogni mezzo di raccolta creato, si è ottenuto il fabbisogno giornaliero di contenitori. Sulla base di questa informazione e conoscendo il massimo numero di mezzi di raccolta trasportabile per camion (calcolato per mezzo dello strumento presentato nel Capitolo precedente), è stato possibile estrapolare il numero di mezzi di trasporto necessario per soddisfare il fabbisogno evidenziato. Questo dato in particolare ci permette di ricollegarci al tema delle metodologie di consegna presentato nel Capitolo 2, per comprendere al meglio quelle che sono le logiche legate ai trasporti: se, per esempio, il fabbisogno di camion necessari per la fornitura di un elemento consegnato singolarmente è risultato essere 0.25, il fornitore avrebbe potuto organizzare le consegne secondo un AXE, ovvero ogni quattro giorni, garantendosi così massima efficienza possibile, andando cioè a riempire un mezzo di trasporto intero.

A questo punto, moltiplicando il valore così ottenuto per i chilometri da percorrere (considerando andata e ritorno, ipotizzando dunque una logica pieno vs vuoto) e per un valore stimato di emissione di grammi di CO2 per km (893 g[CO2]/km, secondo stime raccolte da Supply Chain FCA), si è ottenuto il valore, in grammi, di emissione di anidride carbonica per

ogni elemento analizzato, sia per quanto riguarda la situazione attuale che quella proposta, ottenendo una riduzione del 4%.

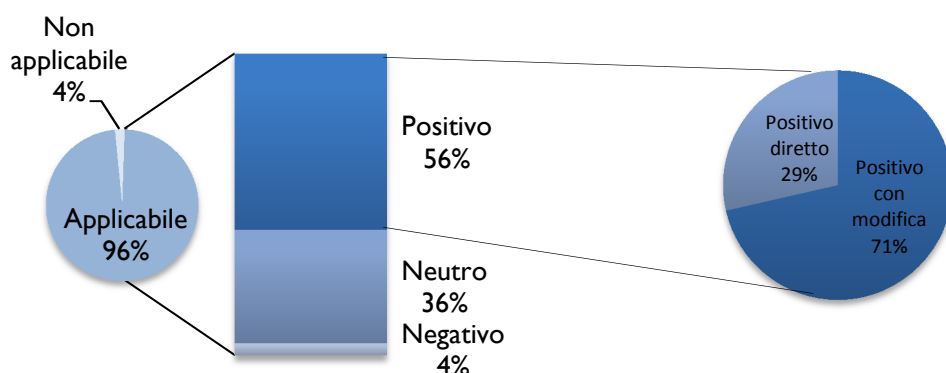
Anche in questo caso, come per l'analisi economica, è stato estrapolato un KPI "E" per valutare quali fossero gli elementi più impattanti a livello ambientale tra quelli presi in considerazione; per fare ciò è stata utilizzata la seguente formula:

$$E = \frac{Emissione}{\mathrm{Max}(Emissione)}$$

I risultati presentati hanno sottolineato come, in questo caso, a livello complessivo si abbia un riscontro positivo dall'applicazione di uno standard anche in termini di trasporto, elemento ritenuto il più critico nella valutazione di fattibilità finale.

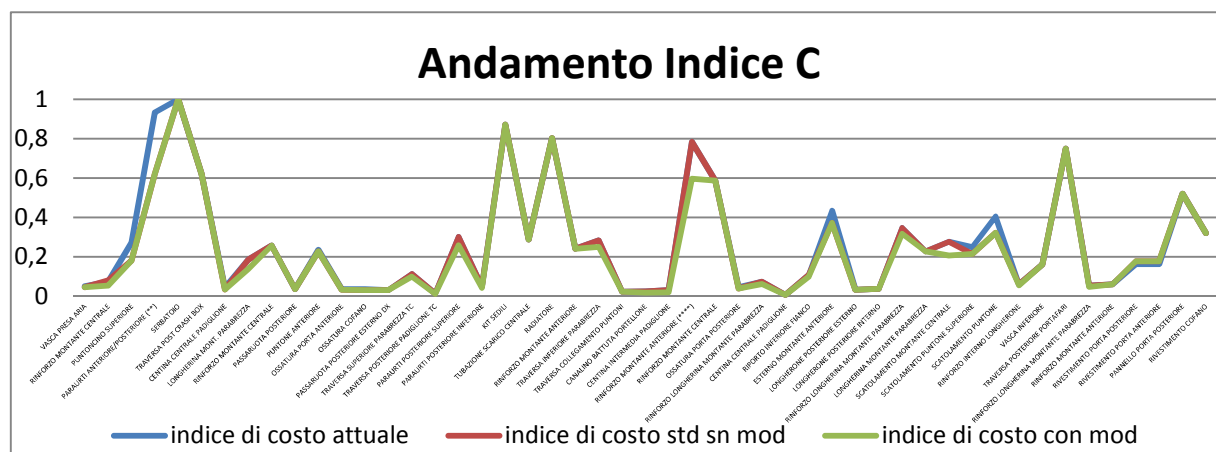
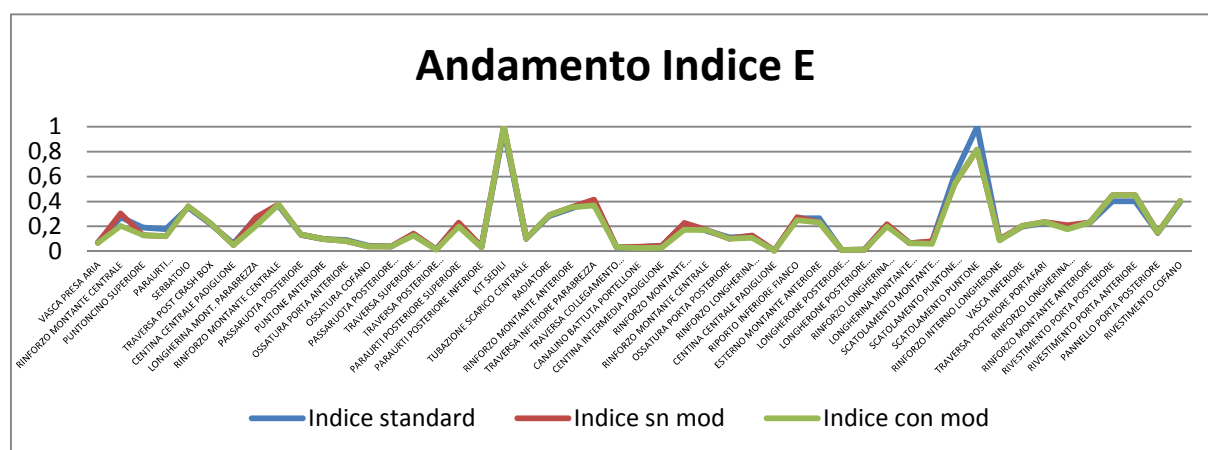
5.4 – Standard con modifiche

Maneggiando i cinquanta elementi oggetto di analisi sono poi emerse alcune modifiche sistematiche applicabili ai mezzi di raccolta attualmente utilizzati da FCA; per esempio molti contenitori per cui è previsto il carico o lo scarico manuale, in cui il pezzo è disposto su più file soprastanti, presentano delle "ribaltine" che permettono letteralmente di ribaltare l'attrezzamento della fila superiore per consentire il prelievo o l'immissione dell'elemento in quella inferiore; in questi casi questo particolare attrezzamento è molto ingombrante, genera cioè un'inefficienza che può avere effetti negativi sul mezzo di trasporto. Si è appurato che, riducendo la dimensione di questo attrezzamento di un valore medio di 25 cm, si può ottenere un incremento medio dei pezzi trasportabili sul mezzo di trasporto pari circa al 15% (sebbene questa modifichi necessiti di approfondimenti tecnici per certificarne la fattibilità).

Applicando modifiche di questo tipo, non direttamente legate all'utilizzo di una gamma standard, i risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Graf.5.2: Risultati dell'applicazione dello standard proposto con modifiche innovative.

L'Appendice 5.1 riporta una versione più completa dei grafici 5.1 e 5.2.

Seguendo i ragionamenti precedentemente riportati è stato possibile valutare l'impatto di queste modifiche in termini quantitativi; anzitutto è possibile trasportare il 16% di elementi in più rispetto alla situazione attuale, con un costo unitario medio del 9% inferiore ed un'emissione di CO_2 dell'9% in meno.

I grafici seguenti contengono l'andamento degli indici calcolati per i tre casi analizzati:

Graf.5.3: Andamento dell'indice di costo "C".

Graf.5.4: Andamento dell'indice di emissione "E".

Come possiamo vedere, nel primo grafico viene sottolineato come in tutti e tre i casi vi sia il medesimo elemento critico dal punto di vista economico; ciò significa che, nonostante le modifiche apportate, l'elemento su cui concentrarsi maggiormente risulta sempre lo stesso; per quanto riguarda invece l'impatto ambientale, l'elemento cambia a seconda della soluzione.

I risultati ottenuti applicando lo standard con specifiche modifiche sono molto migliori rispetto alla semplice applicazione della gamma normalizzata di strutture, come riassunto nella tabella seguente:

	Standard	**Standard con modifiche**
Δ Elementi trasportati	+4%	+16%
Δ Costo	-3%	-9%
Δ Emissioni	-4%	-9%

Tab.5.3: Riassunto dei risultati.

Questo ci conferma quanto affermato in testa al Capitolo in merito al confronto standard/personalizzato. Come ulteriore sostegno a questa tesi nel paragrafo successivo verrà presentata una soluzione utopica riguardante la realizzazione di contenitori del tutto personalizzati per ogni elemento, in modo da sottolineare maggiormente il distacco che la personalizzazione ha nei confronti dello standard dal punto di vista dei trasporti.

5.5 – Alternativa utopica

Per andare a confermare quanto appena affermato è stato realizzato uno studio per ricercare il mezzo di raccolta perfetto per un campione di undici elementi, in modo tale da valutare l'impatto che questo tipo di soluzione avrebbe potuto avere in termini di sfruttamento degli spazi, sia interni che esterni.

Questa attività è definita "utopica" in quanto consiste nell'andare a ricercare non più uno standard di dimensioni dei contenitori, bensì nel metodo di ottenimento di queste dimensioni; in altre parole, anziché definire un tot di strutture, verrà definito passo-passo un processo operativo per estrapolare la struttura ideale di ogni contenitore, in modo che questi risulti l'ottimo sia in termini di saturazione del mezzo di raccolta che di quello di trasporto. Riprendendo l'esempio del vestito da uomo, questa soluzione rappresenterebbe l'abito su misura.

5.5.1 – Il metodo

Il primo passaggio per estrapolare il metodo per ottenere il mezzo di raccolta su misura è stato quello di considerare di posizionare gli elementi direttamente all'interno del mezzo di

trasporto come se fossero virtualmente posizionati al suo interno senza mezzo di raccolta; l'immagine successiva riporta un esempio schematizzato in pianta:

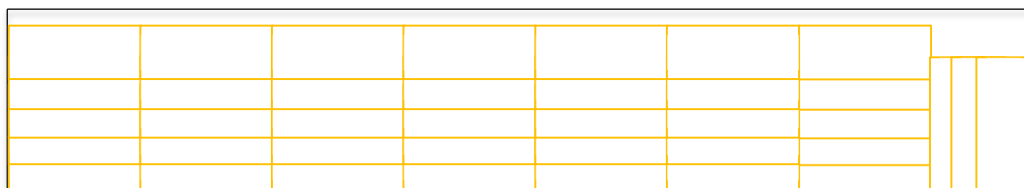



Fig.5.16: Soluzione ideale.

A questo punto, selezionando una dimensione utile dall'elemento ed una dal mezzo di trasporto, è possibile estrapolare tre differenti tipologie di contenitore per il componente in questione:

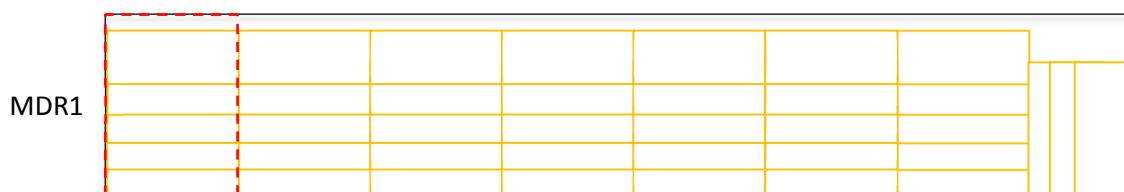



Fig.5.17: Soluzione ideale 1

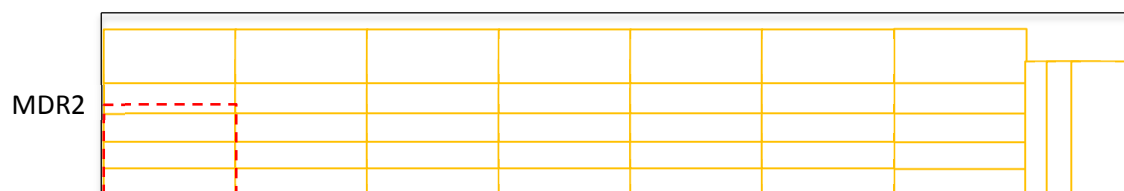



Fig.5.18: Soluzione ideale 2

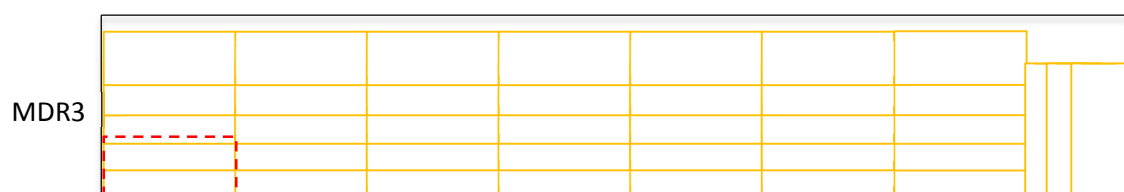



Fig.5.19: Soluzione ideale 3

Come possiamo vedere con questo metodo è possibile ritrovare il contenitore ideale, in quanto realizzato in funzione di pezzo e mezzo di trasporto.

Una volta definito, il procedimento è stato applicato all'interno di un foglio di calcolo Excel ad undici casi reali ottenendo i seguenti risultati:

Capacità MDT				
	Attuale	**Su misura**	**ΔElementi**	**ΔCostoUnitTrasp**
Elemento 1	3402	3780	11%	-10%
Elemento 2	96	112	17%	-
Elemento 3	288	352	22%	-18%
Elemento 4	504	576	14%	-13%
Elemento 5	832	968	16%	-14%
Elemento 6	432	468	8%	-8%
Elemento 7	768	972	27%	
Elemento 8	432	528	22%	-18%
Elemento 9	162	216	33%	-25%
Elemento 10	768	864	13%	-11%
Elemento 11	288	312	8%	-8%

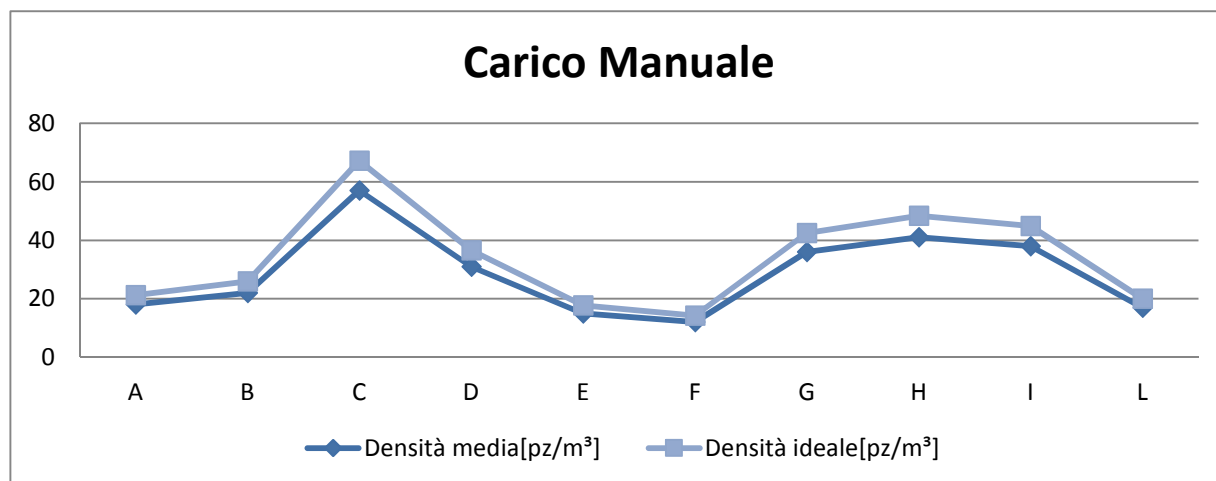
Tab.5.4: Applicazione del metodo proposto

I dati parlano chiaro: in ogni caso questo metodo permette di ottenere un vantaggio in termini di saturazione di mezzo di raccolta e di trasporto, con una conseguente riduzione del costo unitario di trasporto dell'elemento.

Ulteriore testimonianza è l'analisi sulla densità dei contenitori sopra riportati, espressa in pezzi per unità di volume:

Densità MDR			
	Attuale	**Su misura**	**Δ%**
Elemento 1	36,2	38,9	+7%
Elemento 2	1,04	1,24	+19%
Elemento 3	4,18	5,05	+21%
Elemento 4	5,64	6,49	+15%
Elemento 5	12,12	14,49	+20%
Elemento 6	5,68	6,6	+16%
Elemento 7	8,3	10	+20%
Elemento 8	4,92	5,95	+21%
Elemento 9	1,92	2,64	+38%
Elemento 10	10,42	11,11	+7%
Elemento 11	3,63	4,1	+13%

Tab.5.5: Variazione di densità tra situazione attuale ed ideale

Mediamente, dunque, questo tipo di soluzione comporta un incremento del 18% della densità del mezzo di raccolta; applicando questo dato all'analisi della densità media di tutti i modelli analizzati, si ottiene l'andamento seguente:

Graf.5.5: Differenza di andamento della densità riferita ai carichi

Come possiamo capire, dunque, le potenzialità operative della soluzione proposta sono elevatissime, in quanto consentirebbero di raggiungere importanti risultati in termini di efficienza logistica al momento del trasporto.

Allora perché non rendere questo standard operativo ed orientarsi verso questa soluzione? In primo luogo perché si avrebbero migliaia di contenitori differenti, il che implicherebbe, anzitutto, l'avere altrettanti codici da gestire ed inoltre significherebbe di non poter riutilizzare i mezzi di raccolta. In secondo luogo questa infinità di strutture differenti si rifletterebbe sulla gamma di equipment da avere a disposizione, rendendola altrettanto vasta. Infine l'elemento forse più importante a discapito di questa situazione è legato alla fabbricazione dei mezzi di raccolta: come abbiamo avuto modo di sottolineare più volte, attualmente, questi elementi vengono realizzati in serie come opere di semplice carpenteria, utilizzando, per velocizzare le operazioni, una maschera che permetta di semplificare misurazioni ed accoppiamenti; avendo un contenitore realizzato su misura, dunque, non avrebbe senso l'utilizzo di questo elemento, il che renderebbe la fabbricazione un processo su misura e non più in serie, con un conseguente aumento dei costi di fornitura.

CAPITOLO 6 – ANALISI ECONOMICA

6.0 – Introduzione

Scopo di questo parte della trattazione è analizzare che tipo di vantaggio si possa ottenere, dal punto di vista economico, dall'utilizzo di una gamma standard, soffermandosi in particolar modo su quella che abbiamo definito essere la possibilità, per il contenitore, di sopravvivere al veicolo per il quale è stato acquistato, potendo di conseguenza essere riutilizzato per i successivi. In primo luogo verrà presentata la fotografia della situazione attuale; dopodiché verrà verificata questa possibilità con i mezzi di raccolta attualmente utilizzati, sui quali si supporranno modifiche agli attrezzamenti interni perché questi possano essere riadattati al modello successivo. Infine verrà presentata un'analisi b/c relativa ad un'innovazione tecnologica pensata sul mezzo di raccolta per andare a ridurne sensibilmente i costi di riattrezzamento.

6.1 – Lo stato attuale

Come per ogni analisi presentata nel corso di questa trattazione, anche in questo caso merita una sezione particolare la fotografia dello stato attuale per capire l'impatto che l'applicazione della gamma normalizzata possa avere sul numero di elementi da gestire.

Per poter presentare questa fotografia è stato realizzato un censimento dei contenitori, vale a dire un conteggio dei mezzi di raccolta posseduti da FCA per i dieci modelli tenuti in considerazione per tutte le supposizioni presentate nella tesi. Il risultato è riportato nella tabella seguente:

	L/S	M	TOT
A	5.339	3.901	9.240
B	8.764	21.478	30.242
C	9.240	19.211	28.451
D	9.231	16.757	25.988
E	2.601	3.435	6.036
F	4.517	2.781	7.298
G	10.165	20.657	30.822
H	5.715	18.686	24.401
I	7.464	18.291	25.755
L	4.171	10.222	14.393
			202.626

Tab.6.1: Censimento MDR

L/S: Lastratura/Stampaggio.

M: Montaggio.

I dati riportati rappresentano la situazione attuale per le aree di lastratura/stampaggio e montaggio; ovviamente, nella maggior parte dei casi, in quest' area particolare si ha la maggior varietà di contenitori, proprio perché il numero di elementi di montaggio supera di gran lunga quello di lastratura e stampaggio, dovendo contenere tutte le varie personalizzazioni/optional che andranno a contraddistinguere il veicolo finale in funzione delle necessità del cliente.

L'avere oltre duecentomila contenitori da gestire rappresenta una difficoltà ed uno spreco di spazi non da poco; per rendere l'idea, se pensassimo di stoccare in un'unica area di magazzino tutti i mezzi di raccolta censiti, considerando l'area di base media di un contenitore specifico, stimata attorno ai 2,1 m² ed il limite di *impilabilità statica* di 4 contenitori, otterremmo un dato che si aggira attorno ai *centoseimilatrecentosettantanove metri quadrati*. In questo caso risulta dunque un aspetto vantaggioso l'avere aree di magazzino a cielo aperto che non comportano costi di gestione come riscaldamento, luce, ecc…

Ecco allora che la standardizzazione può giocare un ruolo importante nella semplificazione della gestione dei mezzi di raccolta in quanto, avendo dimensioni prestabilite, questi potrebbero essere facilmente riutilizzati per i modelli nascenti a fronte di un'attenta attività manutentiva.

6.2 – Analisi con i mdrs attualmente utilizzati

Attualmente FCA utilizza mezzi di raccolta specifici caratterizzati dal fatto che gli attrezzamenti interni vengono saldati alla struttura, integrandosi e divenendo un tutt'uno con essa. Le figure seguenti ci aiutano a rendere meglio l'idea:

Fig.6.1: Particolare di supporto rastrelliera saldata

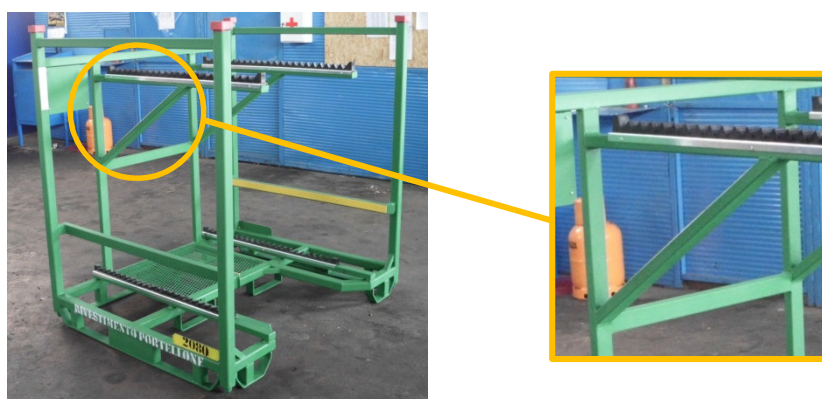



Fig.6.2: Particolare di supporto rastrelliera

Questa condizione rappresenta un forte vincolo alle nostre supposizioni: infatti il fatto che gli attrezzamenti interni siano saldati vincola le possibilità di riutilizzo del contenitore, il quale potrà dunque essere riutilizzato dissaldando e risaldando gli elementi da sostituire. Questa situazione è data dal fatto che il riattrezzamento del contenitore dopo circa dieci anni di vita (durata stimata di due modelli consecutivi) risulti estremamente difficoltoso per due ragioni su tutte: in primo luogo il mezzo di raccolta, dopo un periodo del genere, sarà in condizioni precarie poiché avrà vissuto direttamente gli agenti atmosferici (generalmente i vuoti vengono stoccati all'esterno degli stabilimenti, in modo da ridurne il costo di gestione) ed avrà subito colpi di ogni genere (dalla forca posizionata in maniera sbagliata, all'urto accidentale contro altri mezzi di raccolta o contro qualsiasi genere di ostacolo possa essersi presentato durante il

ciclo abituale eseguito dal contenitore, alla negligenza degli operatori, che non baderanno di certo alla sua integrità), che lo renderanno difficilmente riutilizzabile per i modelli successivi (aspetto che, come vedremo, sarà un forte vincolo all'innovazione proposta nei paragrafi seguenti); inoltre ulteriori operazioni di riattrezzamento sarebbero davvero difficili, in quanto il manutentore dovrebbe agire su particolari già a suo tempo dissaldati e risaldati con nuove forme, non riuscendo così ad ottenere risultati accettabili in termini di qualità e stabilità della saldatura, il che, in aggiunta a quanto precedentemente affermato sugli agenti che vanno, nel corso degli anni, ad agire sulla resistenza del contenitore, non renderebbe favorevoli ulteriori operazioni di riattrezzamento. Infine è sempre bene ricordare che i mezzi di raccolta di questo tipo rappresentano opere di pura carpenteria, quindi si cerca sempre di realizzarli al più basso costo possibile e nel minor tempo possibile, con precisioni medie e senza dar troppa importanza agli aspetti qualitativi del prodotto finito.

In questa prima fase del capitolo verranno presentate due situazioni: la prima suppone il riutilizzo di mezzi di raccolta nell'arco di tre modelli in successione, appartenenti a tre stabilimenti differenti, il che considera anche la variabile dello sforzo logistico da sostenersi per trasportare i contenitori da un sito produttivo all'altro, mentre la seconda prende in considerazione due modelli in successione realizzati nello stesso stabilimento e con un alto livello di comunanza dei particolari.

Ovviamente, essendo i dati di costo dei mezzi di raccolta dati sensibili, non è stato possibile utilizzare dati reali nello studio effettuato in questa fase della trattazione; ciò che conta, però, è lo scarto finale tra i casi proposti e la realtà, il che può essere considerato reale in quanto entrambi i casi partono con lo stesso handicap vale a dire con l'errore di partenza sul dato di costo.

In primo luogo è stato individuato, analizzando un campione di trenta contenitori, un valore di costo al metro cubo, in modo tale da poter ottenere un costo approssimativo per ogni contenitore della gamma standard di riferimento. Questa prima analisi rappresenta le fondamenta su cui si sono basate tutte le assunzioni successive. Inoltre il dato di costo a metro cubo risulta essere un'approssimazione, ma moltiplicando questo valore per il volume complessivo dei contenitori si dovrebbe ottenere un valore molto vicino al reale investimento necessario per la fornitura di tutti i mezzi di raccolta specifici necessari per la produzione di un modello in particolare.

Il passo successivo è stato quello di andare a ricercare tutti quei fattori di costo che potessero venirsi a presentare da un'attività di riutilizzo dei contenitori, individuando i seguenti elementi:

- Costo modifica: ovviamente riutilizzare un mezzo di raccolta comporta una serie di attività manutentive che gli donino nuova linfa vitale rendendolo nuovamente funzionale e sicuro, sia per la qualità degli elementi trasportati, sia per le persone addette alla movimentazione; inoltre è necessario modificare gli attrezzamenti interni di modo che siano quelli adatti a contenere i particolari del nuovo modello. Questo tipo di operazione, secondo quanto analizzato dai dati raccolti relativamente ad un tentativo di riutilizzo svolto da FCA su contenitori del modello D, prodotto in Serbia, per il modello L, prodotto in Italia, ha un costo medio stimato pari al 65% del costo di acquisto del mezzo di raccolta nuovo;
- Costo dogana: qualora i contenitori provengano da nazioni extra UE saranno sottoposti a dazi doganali dal valore stimato attorno al 2% del valore del cespite in fase di movimentazione;
- Costo trasporto: movimentare grandi volumi di acciaio ha ovviamente un costo, che può essere rappresentato da una tariffa al chilometro (vincolata da standard espressi dal Ministero dei Trasporti) oppure a volume trasportato; ovviamente questo tipo di operazione logistica richiede uno sforzo economico ed organizzativo non indifferente; per eseguirla nella maniera più efficiente possibile è necessario organizzare i mezzi di trasporto, qualsiasi essi siano, in modo da raggiungere il valore massimo possibile di saturazione. In questo senso, quindi, gioca ancora una volta un ruolo fondamentale l'innovazione tecnologica proposta all'interno del Capitolo 3, già adottata da molti produttori nel settore: come sottolineato l'avere il sistema a canalina anziché il bicchierino sulla cima dei montanti del mezzo di raccolta aumenta la possibilità di impilare strutture differenti l'una sull'altra, in quanto permette di accatastare l'una sull'altra due strutture a patto che abbiano *almeno una* dimensione di base in comune.
- Mancato ricavo da rottamazione: anche questa voce ha una sua importanza nell'analisi dell'attività di riutilizzo; la rottamazione rappresenta una fonte di incasso dalla vendita dell'acciaio di cui sono costituiti i mezzi di raccolta, il quale ha una tariffa a chilogrammo. Studiando il caso reale sopracitato, l'efficienza media estrapolata da un'attività di questo tipo è del 20% del peso medio dei mezzi di raccolta.

6.3 – Caso D-I-C

Il primo caso ipotizzato riguarda l'analisi della fattibilità del riutilizzo di mezzi di raccolta specifici appartenenti a tre modelli molto diversi tra di loro, prodotti in tre stabilimenti differenti; per rendere l'idea dell'attività svolta, si è analizzato il fabbisogno di contenitori per il primo modello (D) e si è studiato quanti di questi sarebbero potuti essere riutilizzati su un ipotetico modello successivo (I) e quanti invece sarebbe stato necessario acquistare; infine, dopo aver analizzato i fabbisogni di un terzo modello (C), si è studiata la possibilità di utilizzare contenitori originari dei due modelli precedenti tra quelli ancora non modificati. Si sottolinea che è stata volutamente testata una situazione molto complessa in termini logistici e con modelli completamente differenti per potersi immedesimare in una situazione di *worst case:* un eventuale risultato positivo in un caso come questo, infatti, avrebbe comportato un risultato positivo globale. Inoltre, per poter presentare i dati senza far trapelare indizi su quella che è la realtà produttiva di FCA, si è volutamente mescolato l'ordine cronologico dei modelli in questione.

Il primo passo è stato dunque, come accennato, quello di andare a ricavare i fabbisogni di contenitori specifici per il modello D, prodotto nello stabilimento X; dopodiché, mediante l'utilizzo del software TeamCenter, si è valutato quale fosse la struttura standard più congeniale caso per caso, ottenendo i seguenti risultati (NB: in arancio sono riportate le basi fuori standard):

DIMENSIONE	FABBISOGNO
2400x1200x1000	600
1750x1200x1200	275
1900x1200x1000	970
1450x1200x1450	1920
1900x1200x1200	870
1600x1200x1000	1280
1600x1200x1200	1020
1450x1200x1200	670
1900x1200x800	170
1450x1200x800	160
1200x800x800	960
1600x1200x800	940
1450x1200x1000	1685
3100x1200x1700	600
2200x1400x1200	270

1900x1300x1650	280
1750x1200x1450	490
1900x1200x1450	480
2400x1200x1450	320
2400x1200x1200	375
2200x1200x1200	880
1200x800x1000	246
1200x1000x800	460
1600x1200x1450	770
1200x1000x1450	380
1200x1000x1000	5730
4100x2100x2600	30
1200x800x1200	825
2200x1200x1450	130

Tab.6.2: Fabbisogno D

Il passaggio successivo è stato poi quello di andare a valutare l'ipotetico fabbisogno di contenitori standard per il modello successivo, I, prodotto nello stabilimento Y; i risultati sono stati i seguenti:

DIMENSIONI	FABBISOGNO
1450x1200x1200	1653
1600x1200x1200	2230
1900x1200x1700	460
1900x1000x1660	79
1750x1200x1200	1181
2400x1200x1000	610
1600x1200x1000	1381
1900x1200x1200	1138
3600x1200x1550	726
1200x800x1450	60
1600x1200x1450	498
1750x1200x800	72
1600x1200x800	98
1200x1000x800	303
2400x1200x1200	1126
1450x1200x1450	71
1900x1200x1000	150
2400x1450x1600	36
1200x800x800	258
2400x1250x1600	37
2400x1750x1700	19

2200x1200x1200	186
1200x1000x1200	3144
1900x1200x800	314
2200x1200x1000	290
1750x1200x1000	108
1900x1200x1450	80
1200x800x1200	170
1750x1200x1450	100
1200x1000x1000	1630
2400x1200x800	1480
1450x1200x800	80
2400x1200x1450	350
1200x1000x1450	890

Tab.6.3: Fabbisogno I

A questo punto, come dicevamo, una volta evidenziato quello che potesse essere il fabbisogno dei mezzi di raccolta standard per il nuovo modello, è stata valutata la disponibilità di contenitori dal modello precedente, in modo da poterne valutare il riutilizzo:

	Fabbisogno totale	**Disponibili da D**	**Da acquistare**	**Da modificare**
1450x1200x1200	1653	670	983	670
1600x1200x1200	2230	1020	1210	1020
1900x1200x1700	460	0	460	0
1900x1000x1660	79	0	79	0
1750x1200x1200	1181	275	906	275
2400x1200x1000	610	600	10	600
1600x1200x1000	1381	1280	101	1280
1900x1200x1200	1138	870	268	870
3600x1200x1550	726	0	726	0
1200x800x1450	60	0	60	0
1600x1200x1450	498	770	0	498
1750x1200x800	72	0	72	0
1600x1200x800	98	940	0	98
1200x1000x800	303	460	0	303
2400x1200x1200	1126	375	751	375
1600x1200x1750	0	0	0	0
1450x1200x1450	71	1920	0	71
1900x1200x1000	150	970	0	150
2400x1450x1600	36	0	36	0
1200x800x800	258	960	0	258
2400x1250x1600	37	0	37	0
2400x1750x1700	19	0	19	0

2200x1200x1200	186	880	0	186
1200x1000x1200	3144	0	3144	0
1900x1200x800	314	170	144	170
2200x1200x1000	290	0	290	0
1750x1200x1000	108	0	108	0
1900x1200x1450	80	480	0	80
1200x800x1200	170	825	0	170
1750x1200x1450	100	490	0	100
1200x1000x1000	1630	5730	0	1630
2400x1200x800	1480	0	1480	0
1450x1200x800	80	160	0	80
2400x1200x1450	350	320	30	320
1200x1000x1450	890	380	510	380

Tab.6.4: Operazioni in funzione della disponibilità di MDR

Come riportato nella tabella, ben 9.584 contenitori sul fabbisogno totale di 21.008 possono essere riutilizzati:

D			**I**		
Fabbisogno	23.786		**Fabbisogno**	21.008	
Acquistati	Modificati	Tot	**Acquistati**	Modificati	Tot
23.786	0	23.786	11.424	9.584	21.008

Tab.6.5: Riepilogo post modello I (1)

Riassumendo, il 46% del fabbisogno del nuovo modello I è stato coperto mediante il riutilizzo di mezzi di raccolta originari del vecchio D. Da una successiva analisi di costo, valutando cioè gli aspetti elencati nel paragrafo 6.2, è risultato un risparmio del 6% sull'investimento necessario, calcolato a partire dal valore a metro cubo ed avendo la cubatura di ogni singolo mezzo di raccolta standard insieme con il proprio fabbisogno. Per dare un'idea dell'importanza di questo saving si sottolinea che l'ordine di grandezza è delle centinaia di migliaia di euro.

Inoltre questo tipo di soluzione ha comportato un vantaggio gestionale molto importante, vale a dire uno sgravo degli elementi da gestire riportato nella tabella seguente:

Censimento MDR

Con riutilizzo	D+I	***Senza riutilizzo***
35.210		**44.794**

Tab.6.6: Riepilogo post modello I (2)

Come sottolinea la tabella, vi è il 21% in meno di contenitori circolanti.

Prima di eseguire il medesimo procedimento per il modello successivo (C), prodotto nello stabilimento Z, è stato effettuato un censimento dei contenitori "post I", in modo tale da capire quali fossero state le strutture impiegate al termine di questo modello e, soprattutto, in che stabilimento fossero localizzate:

Censimento post mod I	Y	X	Acquistati per I	Acquistati per D	TOT
1450x1200x1200	1653	0	983	670	1653
1600x1200x1200	2230	0	1210	1020	2230
1900x1200x1700	460	0	460	0	460
1900x1000x1660	79	0	79	0	79
1750x1200x1200	1181	0	906	275	1181
2400x1200x1000	610	0	10	600	610
1600x1200x1000	1381	0	101	1280	1381
1900x1200x1200	1138	0	268	870	1138
3600x1200x1550	726	0	726	0	726
1200x800x1450	60	0	60	0	60
1600x1200x1450	498	272	0	770	770
1750x1200x800	72	0	72	0	72
1600x1200x800	98	842	0	940	940
1200x1000x800	303	157	0	460	460
2400x1200x1200	1126	0	751	375	1126
1600x1200x1750	0	0	0	0	0
1450x1200x1450	71	1849	0	1920	1920
1900x1200x1000	150	820	0	970	970
2400x1450x1600	36	0	36	0	36
1200x800x800	258	702	0	960	960
2400x1250x1600	37	0	37	0	37
2400x1750x1700	19	0	19	0	19
2200x1200x1200	186	694	0	880	880
1200x1000x1200	3144	0	3144	0	3144
1900x1200x800	314	0	144	170	314
2200x1200x1000	290	0	290	0	290
1750x1200x1000	108	0	108	0	108
1900x1200x1450	80	400	0	480	480
1200x800x1200	170	655	0	825	825
1750x1200x1450	100	390	0	490	490
1200x1000x1000	1630	4100	0	5730	5730
2400x1200x800	1480	0	1480	0	1480
1450x1200x800	80	80	0	160	160

2400x1200x1450	350	0	30	320	350
1200x1000x1450	890	0	510	380	890
1450x1200x1000	0	1685	0	1685	1685
3100x1200x1700	0	600	0	600	600
2200x1400x1200	0	270	0	270	270
1900x1300x1650	0	280	0	280	280
1200x800x1000	0	246	0	246	246
4100x2100x2600	0	30	0	30	30
2200x1200x1450	0	130	0	130	130

Tab.6.7: Censimento post modello I

Alla luce di quanto sottolineato il modello C potrà attingere dagli stabilimenti X o Y in caso di necessità di contenitori, ottenendo la seguente situazione:

	Fabbisogno totale	**Disponibili da x**	**Disponibili da y**	**Da acquistare**	**Da modificare**
1600x1200x1200	1300	0	1210	90	1210
1600x1200x1450	2046	272	0	1774	272
1450x1200x1200	3200	0	983	2217	983
1900x1200x1000	1222	820	0	402	820
2800x1200x1550	770	0	0	770	0
2200x1200x1200	470	694	0	0	470
1450x1200x800	1450	80	0	1370	80
2400x1200x800	230	0	1480	0	230
1450x1200x1000	400	1685	0	0	400
1450x1200x1450	770	1849	0	0	770
1900x1200x1450	262	400	0	0	262
2400x1200x1450	340	0	30	310	30
1200x1000x800	290	157	0	133	157
1200x1000x1000	3230	4100	0	0	3230
2100x1450x1800	6	0	0	6	0
1200x800x800	3165	702	0	2463	702
2200x1200x1450	672	130	0	542	130
1600x1200x1000	1440	0	101	1339	101
2100x1400x1800	12	0	0	12	0
1200x1000x1200	1180	0	3144	0	1180
1600x1200x800	580	842	0	0	580
1200x800x1000	700	246	0	454	246
1900x1200x800	920	0	144	776	144
2400x1200x1000	1290	0	10	1280	10
1900x1200x1200	350	0	268	82	268
1750x1200x1200	260	0	906	0	260
2400x1200x1200	450	0	751	0	450

Tab.6.8: Operazioni in funzione della disponibilità di MDR per modello C

Come nel caso D-I-C, dunque, si è potuto riutilizzare molti contenitori disponibili dai modelli precedenti, evitando di stoccarli o rottamarli e facendoli così sopravvivere al modello di riferimento.

D			I			C		
Fabbisogno	23.786		Fabbisogno	21.008		Fabbisogno	27.005	
Acquistati	Modificati	Tot	Acquistati	Modificati	Tot	Acquistati	Modificati	Tot
23.786	0	23.786	11.424	9.584	21.008	14.020	12.985	27.005

Tab.6.9: Riepilogo post modello C (1)

In questo caso il 52% del fabbisogno di contenitori è stato coperto dai modelli precedenti, ottenendo un ulteriore saving dell'8% sull'investimento necessario. Inoltre il parco contenitori è stato ridotto del 31% rispetto alla situazione che si avrebbe avuto senza riutilizzare i mezzi di raccolta, come testimoniato dalla tabella seguente:

Censimento MDR

Con riutilizzo	D+I+C	***Senza riutilizzo***
49.230	Vs	71.799

Tab.6.10: Riepilogo post modello C (2)

Come abbiamo potuto vedere, questo tipo di vantaggio legato all'avere una gamma standard di contenitori porta ad un risparmio sia dal punto di vista economico che gestionale. L'inconveniente della situazione presentata è dato dal fatto che si è supposto un caso in cui i contenitori provenissero da stabilimenti produttivi differenti: se supponessimo un quarto modello, questi potrebbe attingere dagli stabilimenti X, Y e Z e così via per eventuali successivi modelli realizzati in altri poli produttivi. Paradossalmente una situazione del genere, creata principalmente per sgravare la gestione di troppi contenitori, potrebbe dunque ritorcercisi contro creando l'effetto contrario, vale a dire un peggioramento della gestione. Per questo motivo il passaggio successivo è stato quello di andare ad effettuare la stessa analisi su due modelli prodotti nel medesimo luogo e con un maggiore livello di comunanza tra gli elementi costitutivi: i due veicoli oggetto delle successive analisi hanno infatti la caratteristica di avere lo stesso autotelaio, il che rende maggiore la probabilità di incontrare contenitori delle stesse dimensioni.

6.4 – Il caso Volkswagen

Per testimoniare quanto la situazione che si sta per presentare possa essere un vantaggio dal punto di vista gestionale verrà presentato il caso Volkswagen, la quale da anni adotta la strategia di standardizzazione direttamente sui componenti del veicolo andando a rendere comune buona parte di ciò che sulla vettura non è visibile, vale a dire il pianale.

Recentemente l'azienda tedesca ha presentato un'innovazione in questo senso: il pianale modulare trasversale (MQB, Modular Transverse Matrix platform), il quale verrà applicato per i marchi Audi, Seat, Skoda e Volkswagen a livello mondiale.

Fig.6.3: Modello esemplificativo di MQB

In particolare questa soluzione sarà applicabile su tutti i modelli appartenenti ai segmenti B, C e D, in tutte le tipologie di motorizzazione, dai propulsori benzina e diesel a quelli alternativi come gas metano, ibridi o elettrici.

Fig.6.4: Modello esemplificativo di MQB (2)

Considerando una produzione di oltre duecentoventimila modelli in più di novanta stabilimenti, la standardizzazione su vasta scala di componenti e processi produttivi gioca di

fatto un ruolo di fondamentale importanza. Un volume elevato di particolari uguali consente infatti di contenere i costi di produzione e quindi di praticare in tutto il mondo i prezzi più adatti al mercato di riferimento, così come di offrire una più ricca gamma di prodotti. Questa soluzione ha permesso al Gruppo di ridurre le varianti di motore e cambio dell'88%. La massiccia standardizzazione dei componenti delle vetture, delle quote tecniche e dei processi di produzione consente quindi di ridurre sia i costi che i tempi di fabbricazione.

Ovviamente una situazione di questo genere ha un grande impatto sui mezzi di raccolta in quanto più i veicoli hanno componenti in comune, più potranno avere contenitori in comune. Questo esempio è stato riportato come introduzione al caso successivo.

6.5 – Caso G-H

Per sottolineare quanto la comunanza possa essere vantaggiosa in termini di produzione, costo e tempo e, soprattutto, il risvolto che questa situazione ha sui mezzi di raccolta, prenderemo in considerazione due veicoli attualmente prodotti da FCA, il modello G ed il modello H, realizzati nello stesso stabilimento e con un alto livello di comunanza dei componenti, in quanto le due vetture condividono pianale e motorizzazioni. In particolare i due modelli condividono il 76% degli elementi costitutivi l'autotelaio, percentuale che sale all'80% considerando solo gli elementi destinati a contenitori specifici. Se i due modelli non avessero questo alto livello di componenti in comune si avrebbe un totale di centonovantaquattro specifici differenti, mentre in questo modo il totale scende a centoquarantacinque.

Ora, supponendo che i due modelli vengano prodotti in successione anziché in contemporanea, possiamo presentare i medesimi passaggi effettuati per il caso D-I-C, quantificando a quanto ammonterebbe questo vantaggio in termini di riutilizzo dei mezzi di raccolta. Anzitutto il fabbisogno di contenitori specifici convertiti nello standard proposto per il modello G è il seguente:

DIMENSIONI	FABBISOGNO
1600x1200x1000	604
1450x1200x1000	276
1600x1200x800	1001
1900x1200x1450	638
1600x1200x1200	1726
2200x1200x1200	54
2650x1450x1250	43
1900x1200x1200	1378

1450x1200x800	119
1450x1200x1200	581
1200x1000x800	258
1200x1000x1200	124
1750x1200x1450	40
1450x1200x1450	3010
1200x800x800	198
1900x1200x1000	1090
1750x1200x800	270
2400x1200x800	324
2400x1200x1200	1258
1600x1200x1450	602
1750x1200x1200	2442
2700x1600x2200	190
1200x800x1200	246
2400x1200x1000	454
2650x1550x1250	300
3100x1500x1650	600
1200x800x1000	100
1900x1200x800	100
2200x1200x800	80
1200x1000x1000	2965
1200x800x1450	385
2200x1450x1350	305

Tab.6.11: Fabbisogno G

Proiettando la situazione in avanti di circa cinque anni (durata media di un modello di autoveicolo), è possibile stimare il fabbisogno di specifici standard relativo al modello H:

	Fabbisogno tot	**Disponibili da G**	**Da acquistare**	**Da modificare**
1600x1200x1000	266	604	0	266
1450x1200x1000	404	276	128	276
1600x1200x800	915,2	1000,8	0	915,2
1900x1200x1450	740	638	102	638
1600x1200x1200	456	1726	0	456
2200x1200x1200	70	54	16	54
1200x800x800	42	198	0	42
1200x1000x1200	78	124	0	78
1900x1200x1000	538	1090	0	538
1750x1200x800	290	270	20	270
2400x1200x800	92	324	0	92
2400x1200x1200	768	1258	0	768

1900x1200x1200	388	1378	0	388
1450x1200x800	74	119	0	74
2650x1450x1250	5	43	0	5
1450x1200x1200	642	581	61	581
1200x1000x800	122	258	0	122
1750x1200x1450	465	40	425	40
1450x1200x1450	2729,2	3010	0	2729,2
1600x1200x1450	226	602	0	226
1750x1200x1200	882	2442	0	882
2700x1600x2250	10	0	10	0
2400x1200x1000	420	454	0	420
1200x800x1000	8	100	0	8
3100x1500x1650	600	600	0	600
2650x1550x1250	266	300	0	266
2400x1200x1450	240	0	240	0
1900x1200x800	200	100	100	100
1200x1000x1000	3016	2965	51	2965
1200x800x1200	124	246	0	124

Tab.6.12: Operazioni in funzione della disponibilità di MDR

La tabella successiva mostra dei dati interessanti: 13.923 contenitori sul fabbisogno di 15.076, corrispondenti al 92%, possono essere modificati ottenendo un saving del 21% e riducendo il numero di elementi da gestire da trentasettemila a ventitremila. Questo trend è verificato dalla tabella riepilogativa successiva:

G			**H**		
Fabbisogno	21.761		Fabbisogno	15.076	
Acquistati	Modificati	Tot	Acquistati	Modificati	Tot
21.761	0	21.761	1.153	13.923	15.076

Tab.6.13: Riepilogo post modello H (1)

Censimento MDR

Con riutilizzo	G+H	***Senza riutilizzo***
22.914	Vs	**36.837**

Tab.6.14: Riepilogo post modello H (2)

Come possiamo vedere il risparmio ottenuto dalla seconda situazione proposta è ben maggiore rispetto a quello presentato nella prima; ovviamente i dati sono da prendersi con cautela, nel senso che si sta parlando di modelli diversi con fabbisogni diversi; inoltre il primo

caso deve sopportare due trasporti di materiale da magazzino a plant. Ma ciò che ci interessa, a prescindere dai numeri, è la distanza tra essi. Avendo il secondo caso un alto livello di comunanza tra i componenti si ottiene una altissima possibilità di riutilizzo (il 92% del fabbisogno), generando così un risparmio economico percentualmente significativo sul totale investimento. Si genera, di conseguenza, un vantaggio economico dato da minori costi ed un vantaggio gestionale, in quanto l'azienda si ritrova così a gestire un numero di elementi molto minore.

Concludendo, possiamo dunque dire, alla luce di quanto appreso in questi paragrafi, che un aumento dello standard di produzione può portare enormi vantaggi in termini di tempo e costo, permettendo al contempo una facilitazione della standardizzazione nei materiali per l'handling interno/esterno dei componenti; infatti, oltre al già citato riscontro sui mezzi di raccolta, questo tipo di vantaggio si andrebbe ad estendere agli equipment, generando ulteriori sgravi gestionali ed economici.

6.6 – Innovazione tecnologica

Seguendo la linea operativa dei Capitoli 2 e 4, anche in questo verrà presentata ed analizzata un'innovazione tecnologica che potrebbe ridurre sensibilmente i costi di modifica del mezzo di raccolta in fase di riutilizzo, incrementando ancor più il saving dovuto al riattrezzamento di contenitori vecchi per il nuovo modello.

La soluzione in questione è quella di adottare mezzi di raccolta con attrezzamenti interni bullonabili, in modo da rendere modulare il contenitore e permettere un rapido cambiamento in funzione delle esigenze legate al componente, siano esse dovute e vincoli qualitativi, estetici od ergonomici.

La bozza di progetto seguente spiega di cosa si tratta:

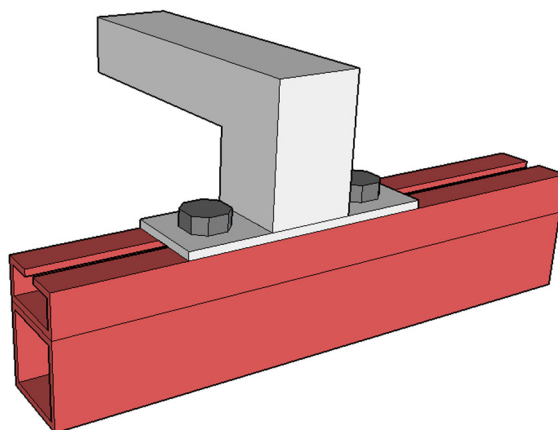



Fig.6.5: Vista tridimensionale realizzata con SketchUp

Come possiamo vedere, la soluzione proposta prevede, oltre allo scatolato 50x50 classico di cui sono costituiti i longheroni dei contenitori specifici, una scanalatura, all'interno della quale è possibile inserire una slitta metallica a cui può essere avvitato l'attrezzamento interno. In questo modo si rendono mobili le parti interne del mezzo di raccolta, potendo facilmente variarne la capacità o sostituirne gli attrezzamenti qualora cambi l'elemento a cui il contenitore è destinato una volta che questi viene riattrezzato per il riutilizzo a fine ciclo vita del modello di autovettura per il quale è stato creato, oppure per sostituire componenti eventualmente danneggiati durante la movimentazione limitandone i costi di manutenzione.

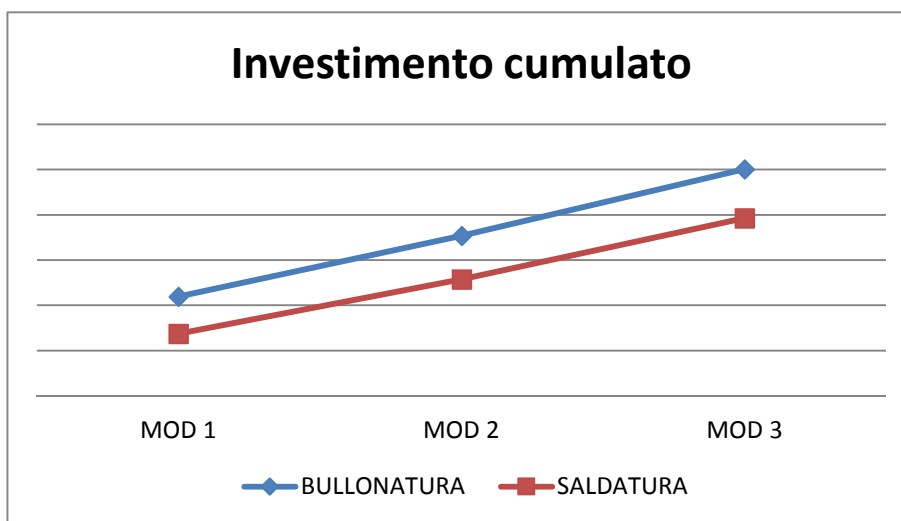
Questo tipo di struttura ha un costo di acquisto stimato dagli esperti logistici FCA del 60% maggiore rispetto all'attuale, ma il costo di modifica è stimato in 5% di tale somma; nel caso precedentemente presentato, cioè nella soluzione "saldatura", questo tipo di riattrezzamento aveva invece un valore del 65% del costo originale.

Oltre al minore costo di riattrezzamento, l'avere una parte di struttura modulare permette di ridurre sensibilmente costi e tempi di manutenzione in quanto, in caso di danni alla struttura semovibile, sarà possibile direttamente sostituirla con una nuova. Inoltre questo tipo di soluzione permette, nel momento in cui il mezzo di raccolta viene riutilizzato per il nuovo modello, di garantire una migliore saturazione del mezzo dello stesso.

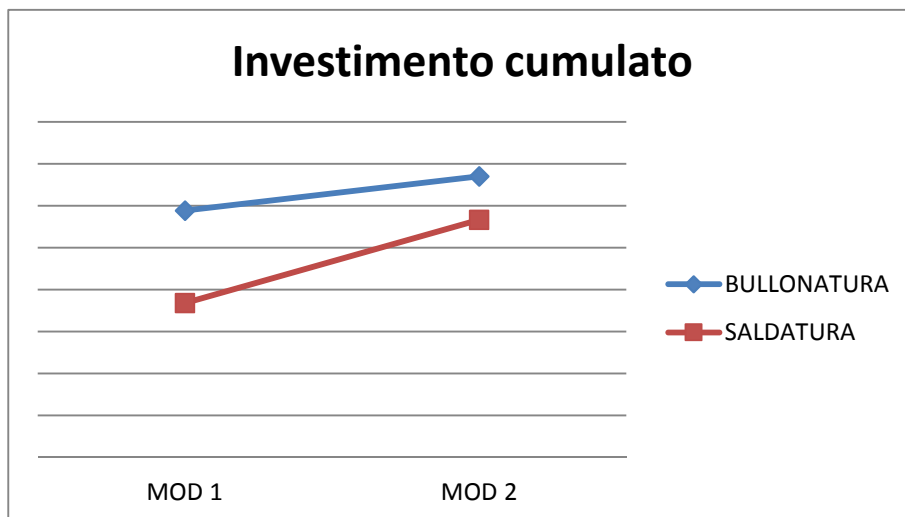
6.6.1 – Casi D-I-C e G-H con bullonabili

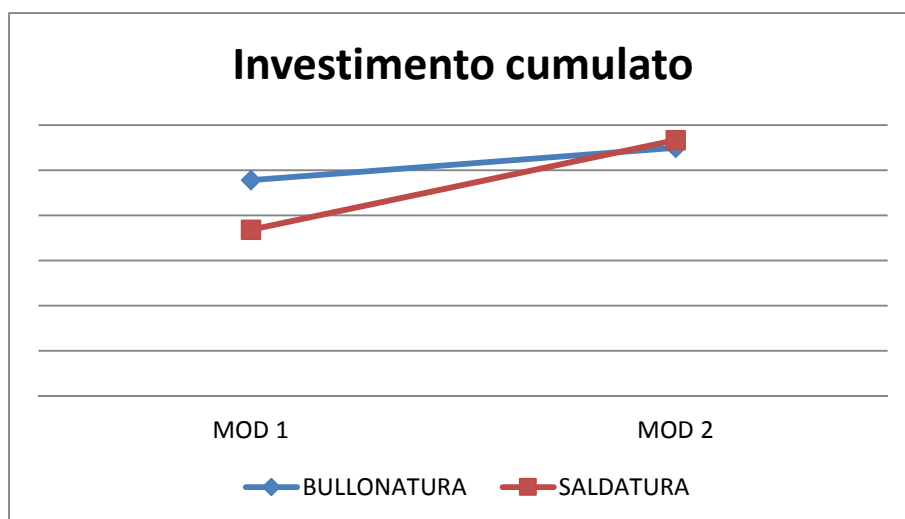
Per valutare l'impatto che questo tipo di innovazione potrebbe avere sul riutilizzo dei contenitori verrà ripreso il caso D-I-C presentato nel paragrafo 6.3: una volta stabilito il fabbisogno per i modelli D, con ovviamente un costo di investimento iniziale del 60% in più, è stato valutato quello del modello I; la differenza rispetto alla situazione presentata nel suddetto paragrafo sta nel fatto che, in questo caso, il saving è decisamente maggiore, passando da un 6% al 36%. Ciò che però rende questa situazione sconveniente è il fatto che l'investimento accumulato al termine del modello I è del 38% maggiore rispetto alla precedente situazione.

In seguito è stato valutato il modello C, andando a vedere se, al termine di questo, la situazione potesse essersi ribaltata a favore dell'innovazione proposta.

In particolare al termine del suddetto modello il saving dovuto all'applicazione degli attrezzamenti bullonabili è risultato essere ancora maggiore rispetto all'attuale situazione del 28%; a queste condizioni, dunque, la soluzione proposta non risulterebbe essere realizzabile, in quanto il maggiore investimento è troppo alto per poter risultare conveniente nell'arco dei tre modelli. Il grafico seguente riporta il trend evidenziato da questa situazione, a testimonianza di quanto affermato:

Graf.6.1: Investimento cumulato D-I-C

Come possiamo vedere il grafico risultante è costituito da due segmenti pressoché paralleli, a testimonianza del fatto che, alle condizioni attuali, il grande potenziale di questa soluzione dato dal risparmio sul riattrezzamento non è sufficiente per coprire l'investimento iniziale.

I medesimi calcoli sono stati applicati al caso G-H, per andare a valutare se la maggiore comunanza tra gli elementi potesse comportare un risultato differente; anche in questo caso, ovviamente, lo scarto iniziale sull'investimento rispetto alla soluzione con saldatura è del 60%. Per quanto riguarda però il modello successivo, l'avere il pianale in comune comporta un investimento molto più basso per l'acquisto dei nuovi contenitori: in particolare la soluzione "bullonabili" prevede un incremento nell'investimento cumulato del 14%, contro il 54% che si avrebbe con i contenitori saldati; per questo motivo, in questo caso, il trend risultante è completamente differente:

Graf.6.2: Investimento cumulato G-H

Come possiamo vedere, a differenza del caso precedente, questa volta si ha un andamento tendente alla convergenza, il che suggerisce di orientarsi verso questa situazione qualora si decida di applicare questo tipo di innovazione; ovviamente, alle condizioni attuali, quanto presentato non è realizzabile però, qualora il costo di acquisto dovesse diminuire, alla luce di quanto riportato, se si disponesse di una situazione di alta comunanza tra gli elementi ci si potrebbe orientare verso l'applicazione di contenitori dall'interno modulare. In questo senso è stato testato che, riducendo la maggiorazione di costo dal 60 al 30% (che può giustificarsi con la stipulazione di contratti a lungo termine o la formazione di economie di scala legate all'aumento dei volumi di fornitura) il trend si evolve nella maniera seguente:

Graf.6.3: Investimento cumulato con alternativa G-H

Come possiamo vedere la soluzione bullonatura inizia a divenire conveniente al termine del secondo modello, vale a dire dal decimo anno circa dall'investimento iniziale.

6.6.2 - Alternativa

La soluzione proposta presenta numerosi vantaggi, tra i quali distinguiamo:

- Non permanenza dell'accoppiamento;
- Maggiore facilità di modifica;
- Attività manutentiva più rapida ed economica.
- Costo di riattrezzamento estremamente basso;
- Migliore adattabilità del pezzo al mezzo di raccolta, non solo in funzione delle dimensioni ma anche del peso, con conseguente ottimizzazione dei trasporti.
- Migliore saturazione del contenitore.

Alle condizioni attuali, però, risulta sconveniente a meno che non ci si trovi in specifiche condizioni come quelle esposte al termine del paragrafo precedente; è dunque opportuno dare una dimensione più adeguata a questo tipo di soluzione, in modo tale da poterne sfruttare appieno il potenziale eliminandone gli inconvenienti legati all'alto costo di acquisto. A tal proposito, riprendendo quanto già esposto nel Capitolo 2 parlando della fase di progettazione, vi è un periodo preliminare durante il processo di attrezzamento della produzione di un nuovo modello in cui viene fornito un minilotto di contenitori e relativi equipment in modo tale da poter testare la bontà dell'accoppiamento pezzi/contenitore, la bontà dell'accoppiamento mezzo di raccolta/equipment ed il flusso di elementi in linea prima dell'avvio produttivo; questa fase viene realizzata, per questione di tempistiche, quando ancora non si hanno le matematiche definitive degli elementi e quando ancora non è possibile prendere decisioni circa il loro trasporto (se si aspettasse l'emissione dell'ultimo step di matematiche, ovvero quello relativo alla matematica definitiva dell'elemento, si avrebbe pochissimo tempo per stabilire i flussi definitivi); inoltre, come già sottolineato più volte nel corso della trattazione, i contenitori specifici sono elementi realizzati come opere di carpenteria, per cui è altamente probabile incappare in errori in fase di realizzazione.

La rastrelliera è posizionata male, dunque l'elemento non viene fissato.

La rastrelliera è storta. Probabilmente a causa di un errato fissaggio ha subito dei colpi che l'hanno resa in questo

In questo caso gli elementi sono crollati, a causa di un errato fissaggio della rastrelliera.

Fig.6.5: Esempi di errori di fabbricazione

Per tutti questi motivi è altamente probabile dover far fronte a richieste di modifica del mezzo di raccolta, le quali vengono poi convertite in modifiche virtuali alla matematica del contenitore, ad esempio allo scopo di portare più/meno elementi, aumentarne/diminuirne il passo e così via…

Ecco allora che la soluzione degli interni modulari può divenire fondamentale in questo senso, di modo da ottimizzare la fase di modifica del contenitore in caso di imprevisti od errori di produzione del fornitore; avendo dunque un minilotto modulare si possono ricercare le soluzioni definitive circa il mezzo di raccolta senza inutili sprechi di tempo legati alla modifica del contenitore (dissaldare, rifinire e risaldare può portare via parecchio tempo, ed inoltre non può essere fatto più di un tot di volte, onde evitare di ottenere risultati qualitativi inaccettabili).

Con una soluzione di questo genere, una volta ottenute le dimensioni definitive dell'attrezzamento ed i relativi posizionamenti verrà emesso l'ordine di modifica esattamente come avviene attualmente, con la differenza che le tempistica legata all'ottimizzazione del posizionamento sarà stata estremamente ridotta.

CAPITOLO 7 - CONCLUSIONI

7.0 – Punto della situazione

Fino ad ora sono stati analizzati principalmente due aspetti relativi all'applicazione di una gamma standard ai contenitori specifici: il primo riguarda il riscontro che questa soluzione ha sui trasporti, elemento considerato potenzialmente critico durante la riduzione del numero di strutture ad un range fisso di poche alternative, poiché riguarda il contenimento del pezzo in un contenitore non appositamente studiato per esso. In secondo luogo è stato presentato in dettaglio un ulteriore aspetto su cui ottenere un grande impatto in termini economici, vale a dire la possibilità di riutilizzo del contenitore specifico al termine del ciclo di vita della vettura al quale questi era destinato, ottenendo come saving un valore medio che si aggira attorno al 7,5% sull'investimento necessario per la fornitura dei contenitori ed, al contempo, una riduzione media dei codici da gestire pari al 35%. Oltre ad avere riscontro sui due aspetti presentati, questo tipo di soluzione ha un grandissimo impatto su quella che è la logistica interna e, in particolar modo, sulle aree di magazzino necessarie per lo stoccaggio dei mezzi di raccolta, generando così indirettamente un ulteriore risparmio sia in termini di spazio (se riprendessimo l'esempio esplicativo presentato nel paragrafo 6.1 si passerebbe da 106.379 m² a 69.146), sia in termini di costo.

In questo Capitolo verranno presentati anche ulteriori vantaggi, di minore impatto economico rispetto ai due argomenti sinora trattati, legati all'applicazione dello standard.

7.1 – La progettazione

Come abbiamo avuto modo di sottolineare nel Capitolo 3 la progettazione è un aspetto molto importante per la logistica dei contenitori specifici, poiché da essa dipenderà fortemente il risultato finale e l'efficienza dei flussi, sia per quanto riguarda la saturazione del mezzo di

raccolta che di quello di trasporto; inoltre migliore sarà il processo di progettazione del contenitore, più rapido sarà il processo di benestare e quindi il lancio produttivo dello stesso. Per questo motivo occorre semplificare quanto più possibile la progettazione, in modo che il disegnatore possa concentrarsi maggiormente sugli aspetti legati al contenimento del pezzo all'interno del mezzo di raccolta nel pieno rispetto dei vincoli presentati nel Capitolo 3, attività *core* tra le sue mansioni.

Si stima che, del tempo mediamente impiegato da un disegnatore nell'ideazione di un mezzo di raccolta specifico, il 90% sia dedicato alla realizzazione degli attrezzamenti interni più adatti per ogni pezzo, che comprende aspetti estremamente importanti ai fini qualitativi e di sicurezza come la scelta del materiale dell'attrezzamento, la sua geometria od il passo tra un elemento e l'altro, dal quale dipenderà la capacità del contenitore. Il restante 10% sarà dunque dedicato all'ideazione dell'esoscheletro più adatto a contenere il pezzo in questione. Vi è così tanta disparità sulle tempistiche principalmente per due ragioni: in primo luogo perché il progettista dovrà dedicarsi maggiormente alle attività più delicate del suo lavoro, dalle quali dipenderà l'accettazione o meno da parte degli altri enti e, di conseguenza, la sua efficienza nonché la considerazione che l'ambiente lavorativo avrà di lui, temi ai quali saranno direttamente collegati aspetti remunerativi e di prestigio per il lavoratore, strettamente legati al concetto di *Kaizen* (termine coniato nel 1986 da Masaaki Imai per riferirsi ad uno dei cardini del Toyota Production System che significa letteralmente *miglioramento continuo,* applicabile sia in ambiti strettamente operativi che alla strategia comportamentale) . In secondo luogo il disegnatore si sofferma maggiormente sui particolari interni in quanto per l'ideazione dell'esoscheletro parte da un archivio di basi che modifica puntualmente caso per caso, in modo da ridurre i tempi.

7.1.1 – Esempio: modello I

Nel Capitolo precedente abbiamo analizzato i fabbisogni di contenitori, sia con le strutture attuali che con gli standard proposti, per alcuni modelli. Prendendo come esempio il modello I, i dati raccolti sono i seguenti:

	Situazione attuale	**Standard**
# Strutture	78	29 (*)

Tab.7.1: confronto attuale/standard

(*) 29 di cui 25 standard e 4 fuori standard; in linea anche in questo caso con l'ipotesi di applicabilità presentata nel Capitolo 4 del 90%.

Partendo da queste informazioni e stimando un tempo medio di progettazione per contenitore (non riportabile in quanto dato sensibile), è stato possibile estrapolare un risparmio del 63% del tempo dedicato alla progettazione dell'esoscheletro; in generale questo tipo di saving non ha grande impatto né in termini economici né in termini temporali, però permette al progettista di ridurre ulteriormente il tempo da dedicare alla struttura esterna per dedicarsi maggiormente ai particolari interni.

7.2 – Equipment

Come abbiamo avuto modo di sottolineare più volte una riduzione del numero di strutture ed in particolar modo di basi, genera una riduzione del numero di equipment necessari per la movimentazione interna (di cui abbiamo ampiamente trattato nel Capitolo 2), sebbene non in maniera direttamente proporzionale: infatti per ogni tipologia di equipment si standardizza un certo numero di basi ogni volta che si industrializza un nuovo modello di autovettura, minore del numero di basi dei mezzi di raccolta, in modo da garantire la trasportabilità di ogni contenitore ma riducendo al contempo costi e complicazioni gestionali date dalla numerosità degli elementi diversi da gestire.

7.2.1 – Esempio: modello I

Riprendendo come esempio il modello I, le basi dei contenitori specifici necessari per la realizzazione del veicolo sono risultate essere trentatré; considerando che generalmente per i mezzi di raccolta specifici sono utilizzate tre tipologie differenti di equipment, ovvero RoRo Heavy B, AVT e Dolly (che abbiamo presentato nel Capitolo 2), se si acquistasse un mezzo di trasporto per tipo per ogni base si avrebbero dunque almeno novantanove tipologie di equipment differenti che, moltiplicate per i volumi di fornitura di ognuno, genererebbe un ammontare di materiale molto difficile da gestire perché, nella maggior parte dei casi, gli spazi interni agli stabilimenti sono molto ristretti e già di per sé saturi e raramente ci sarebbe a disposizione spazio sufficiente per il loro stoccaggio.

In realtà analizzando il modello I è emerso che è stato acquistato un ammontare complessivo di diverse tipologie di equipment pari all'ammontare delle diverse tipologie di basi dei contenitori, quindi trentatré differenti mezzi di trasporto, valore equamente suddiviso tra RoRo Heavy B, AVT e Dolly; considerando poi i volumi di acquisto, che per ovvie ragioni di segretezza industriale non possono essere riportati, si otterrebbe una differenza tra le due situazioni pari al 64%.

Applicando la gamma standard, invece, sono state individuate come necessarie undici differenti basi per i contenitori; ripetendo il calcolo precedente, la differenza tra situazione attuale e standard ammonterebbe al 67% degli equipment.

7.3 – La fabbricazione

Come abbiamo avuto più volte modo di sottolineare durante la trattazione l'avere una gamma ridotta e definita di strutture potrebbe riflettersi anche su aspetti legati all'acquisto degli stessi, quindi sulla possibilità di generare un saving anche in fase di fornitura; questo è dovuto al fatto che maggiore è la comunanza tra i prodotti che il fabbricante deve realizzare, minori saranno i costi di realizzazione e, di conseguenza, il prezzo che questi potrà applicare al cliente, consentendogli di riflesso una maggiore competitività o marginalità applicabile alla vendita.

Riprendendo alcuni concetti base di Lean Management, operazioni di questo genere permettono di spostare il punto di massima comunanza il più a valle possibile all'interno della Supply Chain, garantendo al produttore di standardizzare quanto più possibile i processi produttivi; in particolare questi concetti sono spiegati molto bene dal modello della forma troncoconica di seguito riportato:

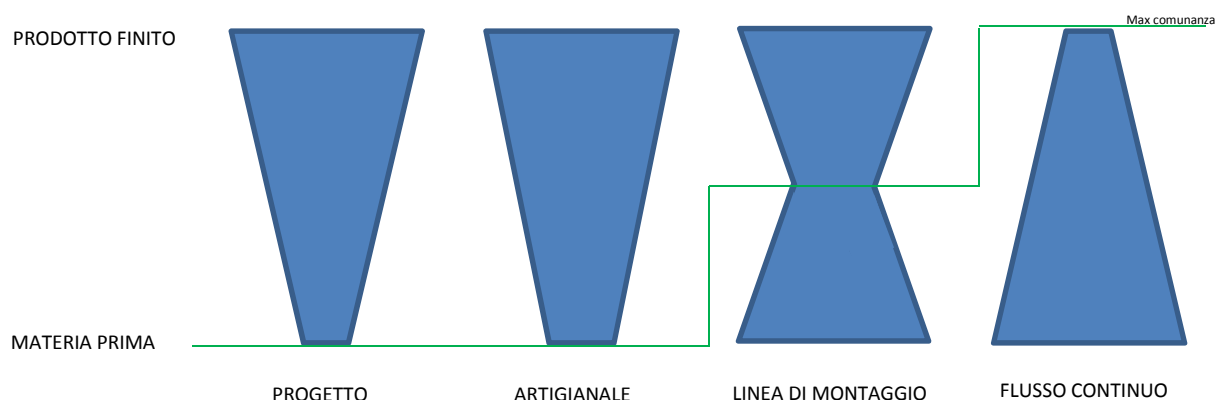



Fig.7.1: Modello della forma troncoconica

Questo particolare modello esplicita, a seconda della posizione del punto di massima comunanza, il processo produttivo più indicato; inoltre da un'idea sulla grandezza delle varianti di prodotto e della materia prima necessaria caso per caso. Ad esempio, la linea di montaggio è un processo tipico del settore automotive: il numero di componenti che vanno a costituire l'autovettura è molto elevato, il processo produttivo è standardizzato ed identico per qualsiasi prodotto realizzato su una specifica linea finché non subentrano le scelte del cliente

(gli *optionals*, il colore dell'automobile o la motorizzazione, per esempio); questo è il punto di massima comunanza, oltre il quale la gamma di prodotti si amplia a dismisura a causa dell'ampio mix di soluzioni possibili.

Tornando ai mezzi di raccolta specifici, dunque, si avrà una condizione in cui il tipo di processo più adatto è il flusso continuo; se invece adottassimo la soluzione proposta in coda al Capitolo 5, ovvero quella del mezzo di raccolta su misura, il punto di personalizzazione sarebbe a monte, generando una situazione in cui il processo più adatto risulterebbe essere quello a progetto, vale a dire una forma di fabbricazione per cui si crea un prodotto unico in funzione delle necessità, con tutte le complicazioni del caso, come ad esempio il bisogno di manodopera specializzata per la realizzazione del prodotto. Se prendessimo ad esempio un caso esplicativo al di fuori del settore automotive come quello dell'industria orologiera, potremmo collocare in un segmento definito ognuno dei casi proposti, capendo di conseguenza quali possono essere le caratteristiche principali del prodotto finito a seconda della soluzione.

Facendosi fare un orologio dall'orologiaio si potrà scegliere il materiale del cinturino o del quadrante, il tipo di meccanismo dal quale dipenderà la precisione del prodotto, il colore o qualsiasi altro tipo di variante. Per alcuni tipi di Swatch, invece, è possibile dare un lieve grado di personalizzazione: oltre a scegliere tra un set definito di colori o di varianti del cinturino, è possibile ad esempio inserire un'immagine nel quadrante; in questo caso, quindi, si avrà una produzione in linea di montaggio con una personalizzazione a livello intermedio (come nel caso delle autovetture, per cui gli optionals danno un aspetto personalizzato al prodotto). Infine i Casio saranno prodotti a flusso continuo, con un livello altissimo di standardizzazione e una personalizzazione nulla.

Ulteriore conferma di questa teoria è data dalla *matrice prodotto processo*, la quale ci dice, in funzione del punto del ciclo di vita del prodotto e, di conseguenza, delle condizioni tipiche di ogni step, quale sia il flusso migliore per la produzione:

Fig.7.2: Matrice prodotto-processo

Come possiamo vedere, dunque, la situazione proposta rientra pienamente in quanto desiderato, ovvero un processo produttivo su alti volumi semplice e standardizzato, che permetta di ridurre i costi di gestione e realizzazione.

In particolar modo, uno dei vantaggi calcolabili portati dall'applicazione della gamma standard proposta è legato alla riduzione del numero di maschere da realizzare per la fabbricazione dei mezzi di raccolta specifici: è stato calcolato, infatti, che le strutture differenti sul solito modello I siano ottanta (xyz); normalizzando le dimensioni dei contenitori, invece, si ottiene un valore complessivo di trentacinque diversi mezzi di raccolta (tra standard e non). Per stimare il vantaggio che questa riduzione ha comportato in termini di costo di realizzazione della dima si è dovuto stimare, anzitutto, un valore di costo della manodopera per ora, aspetto individuato come maggiormente impattante tra le possibili voci di costo legate alla maschera in quanto il valore economico della materia prima, visto che i volumi di fornitura del fabbricante sono molto alti, possiamo assumerlo pari a zero. Analizzando un campione di trenta mezzi di raccolta specifici con dimensioni e ore di manodopera necessarie per la realizzazione note, in modo tale da moltiplicare volume per costo a metro cubo (valore già ricavato per le analisi del Capitolo 6) e dividendo il risultato per le ore necessarie alla realizzazione, è stato possibile estrapolare così un valore di costo

orario di produzione. Partendo da questo dato e conoscendo il numero di strutture differenti da realizzare e le ore necessarie per la realizzazione della dima, si è potuto calcolare il valore di costo per entrambi i casi, ricavando una riduzione legata all'applicazione dello standard pari al 56% sul costo complessivo.

7.4 - Conclusioni

Complessivamente, dunque, l'applicazione dello standard proposto ha presentato esiti positivi in tutti gli ambiti in cui è stato analizzato: da quello economico a quello gestionale, con riscontri altrettanto buoni sia sulla logistica inbound che su quella interna.

Concludendo, dunque, possiamo considerare i risultati ottenuti come ulteriore testimonianza di quanto sia fondamentale, in ottica lean management, standardizzare non solo i metodi ed i processi, ma estendere questo concetto anche ai materiali logistici, in modo tale da sgravare possibili criticità gestionali e dare maggiore importanza al core business.

Inoltre, lavorando per lo sviluppo dei temi inizialmente stabiliti come punti cardine dell'analisi, sono emersi alcuni aspetti non direttamente collegati alla normalizzazione dei contenitori specifici, ma su cui potersi concentrare per ottenere ulteriori miglioramenti dal punto di vista dell'efficienza logistica; ad esempio l'applicazione del datasaver presentato nel Capitolo 2 al minilotto di preserie, con lo scopo di ridurre le tempistiche di indagine sull'impatto che il contenitore scelto ed i relativi attrezzamenti interni potrebbero avere sugli elementi contenuti, oppure l'utilizzo di una struttura interna semovibile durante la stessa preserie, con l'obiettivo di rendere più tempestive eventuali modifiche alla disposizione degli elementi piuttosto che alla capacità del mezzo di raccolta. Infine anche l'utilizzo di una eventuale canalina da applicarsi al posto dei bicchierini per favorire l'impilabilità dei contenitori, come suggerito in coda al Capitolo 4. Analizzando poi il campione di cinquanta elementi utilizzato per valutare il riscontro che l'applicazione dello standard potrebbe avere sui trasporti sono emersi aspetti tecnici su cui agire, come l'eventualità di studiare una ribaltina alternativa, meno ingombrante, in modo tale da ridurre gli spazi sprecati in quei contenitori che presentino manualità nella movimentazione del pezzo ed in cui gli elementi siano disposti su più piani differenti.

BIBLIOGRAFIA

[1] Casanovas i Villanueva August, Cuatrecasas I Arbós Lluís. Metodologia para el diseño estratégico de la cadena de suministro. Lean Management en el Supply Chain Management, 2005.

[2] Goldratt, Eliyahu M. (1993) La Meta. Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

[3] Maraschi Ettore, Masciantonio Paola. Strategie e gestione della supply chain. Consulman S.p.A (2013)

[4] Maraschi Ettore, Masciantonio Paola. Outsourcing delle attività logistiche. Consulman S.p.A (2013)

[5] Maraschi Ettore, Masciantonio Paola. Approvvigionamento e gestione dei materiali. Consulman S.p.A (2013)

[6] Umberto Crisalli, Materiale del corso di Terminali per i Trasporti e la Logistica, Università degli studi di Roma "Tor Vergata"

[7] Paolo Tamborrini, Packaging come strumento di comunicazione

[8] D.Lgs. 3 Aprile 2006, n.152, "Norme in materia ambientale".

[9] Istituto Italiano Imballaggio, "Imballaggio in cifre 2014". www.istitutoimballaggio.it

[10] Fiat Chrysler Automobiles S.p.A, "Bilancio di sostenibilità 2013". www.fcagroup.com

[11] Consorzio Nazionale Imballaggi, "Cos'è Imballaggio". www.conai.org

[12] Fiat Chrysler Automobiles S.p.A, "Logbook", versione 2015.

[13] "Dima". Wikipedia, L'enciclopedia libera; 5 novembre 2014, 15:44 UTC.

[14] "RFID". Wikipedia, L'enciclopedia libera; 6 ottobre 2015, 13:07 UTC.

[15] Associazione Italiana Filiera Industria Automobilistica (ANFIA), "Piano per la sperimentazione di complessi veicolari da 18 metri", 16 ottobre 2009.

[16] Giannone Antonino. Etica professionale e relazioni industriali, 2012. C.L.U.T. Editore, Torino.

[17] Giannone Antonino. Strategie aziendali – compendio delle lezioni ed esercitazioni, 2012. C.L.U.T. Editore, Torino.

[18] “Automated Guided Vehicle”. Wikipedia, L’enciclopedia libera; 10 Aprile 2015, 13:07 UTC.

[19] Università degli studi di Padova. “Movimentazione manuale di carichi: metodo Snook e Ciriello.”

[20] Dalmec S.p.A., “Caratteristiche tecniche dei manipolatori pneumatici”. www.dalmec.com

[21] Vocabolario Treccani, “Standardiżżazióne”.

[22] Wakamatsu, Yoshihito (2011). “I 10 Insegnamenti di Taiichi Ohno”. Franco Angeli Edizioni.

[23] Salvaggio, Alessandra (2013). “Microsoft Excel 2013. Macro e VBA”, FAG Editore.

[24] Google Inc., Manuale d’uso Google SketchUp. 2007.

[25] Angelucci, Antimo(2013). Guida dell’utente, versione 3.2.0 standard. PackVol.com Software.

[26] Siemens AG, Manuale d’uso TeamCenter.

[27] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Elaborazione periodica sui costi di esercizio.

[28] Appunti personali del corso “Energetica ed Ecologia” del Prof. Antonio Maria Barbero. Corso di Laurea in Ingegneria della Produzione Industriale, Politecnico di Torino.

[29] Appunti personali del corso “Programmazione della produzione e logistica” del Prof. Ettore Maraschi. Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della Produzione Industriale e dell’Innovazione Tecnologica, Politecnico di Torino.

[30] Appunti personali del corso “Dirección de Operaciones y Servicios” del Prof. August Casanovas Villanueva. Master en dirección de empresas y sistemas de producción. Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona.

[31] Volkswagen.com: "The beginning of a new era: The Modular Transverse Matrix platform (MQB)".

APPENDICE 3.1: Tabelle Snook e Ciriello

1. Azioni di spinta, Maschi:

Distanza	**2 metri**							**7,5 metri**							**15 metri**						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
145 cm FI	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25
FM	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16
95 cm FI	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28
FM	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16
65 cm FI	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24
FM	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15

Distanza	**30 metri**					**45 metri**					**60 metri**			
Azione ogni	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra														
145 cm FI	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18
FM	8	10	12	13	16	7	8	10	11	13				
95 cm FI	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20
FM	8	10	12	13	16	7	8	9	11	13				
65 cm FI	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17
FM	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13				

2. Azioni di spinta, Femmine:

Distanza	**2 metri**							**7,5 metri**							**15 metri**						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
135 cm FI	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17
FM	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	12	7	7	9
90 cm FI	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	22	16	16	17
FM	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	12	7	8	10
60 cm FI	11	12	24	24	25	26	31	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	19	13	14	15
FM	5	6	16	16	18	19	23	6	7	7	7	8	8	11	5	6	6	6	7	7	9

Distanza	**30 metri**					**45 metri**					**60 metri**			
Azione ogni	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra														
135 cm FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15
FM	5	6	6	6	8	5	5	5	6	8	4	4	4	6
90 cm FI	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	16
FM	5	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	4	5	6
60 cm FI	11	12	12	13	15	11	12	12	13	15	10	11	12	13
FM	5	6	6	6	8	5	5	5	6	7	4	4	4	6

3. Azioni di traino, Maschi

Distanza	**2 metri**							**7,5 metri**							**15 metri**						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
145 cm FI	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20
FM	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13
95 cm FI	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28
FM	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17
65 cm FI	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	11
FM	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18

Distanza	**30 metri**					**45 metri**					**60 metri**			
Azione ogni	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra														
145 cm FI	12	13	15	15	19	10	11	13	13	16	10	11	11	14
FM	7	8	9	11	13	6	7	8	9	10	6	6	7	9
95 cm FI	16	18	21	21	26	14	16	18	18	23	13	16	16	19
FM	9	10	12	14	17	7	9	10	12	14	7	9	10	12

65 cm FI	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22
FM	9	11	13	15	18	8	9	11	12	15	8	9	10	12

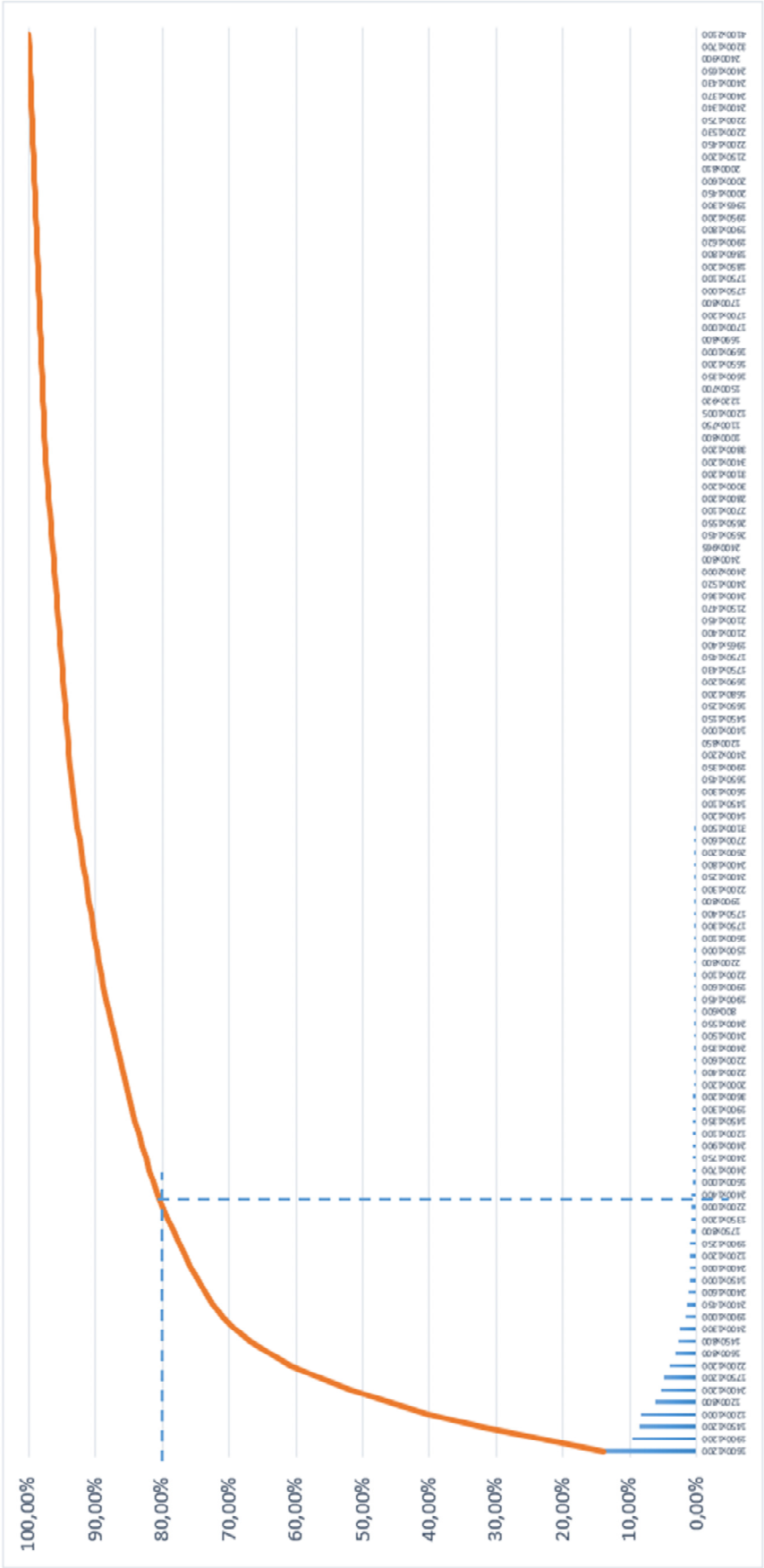
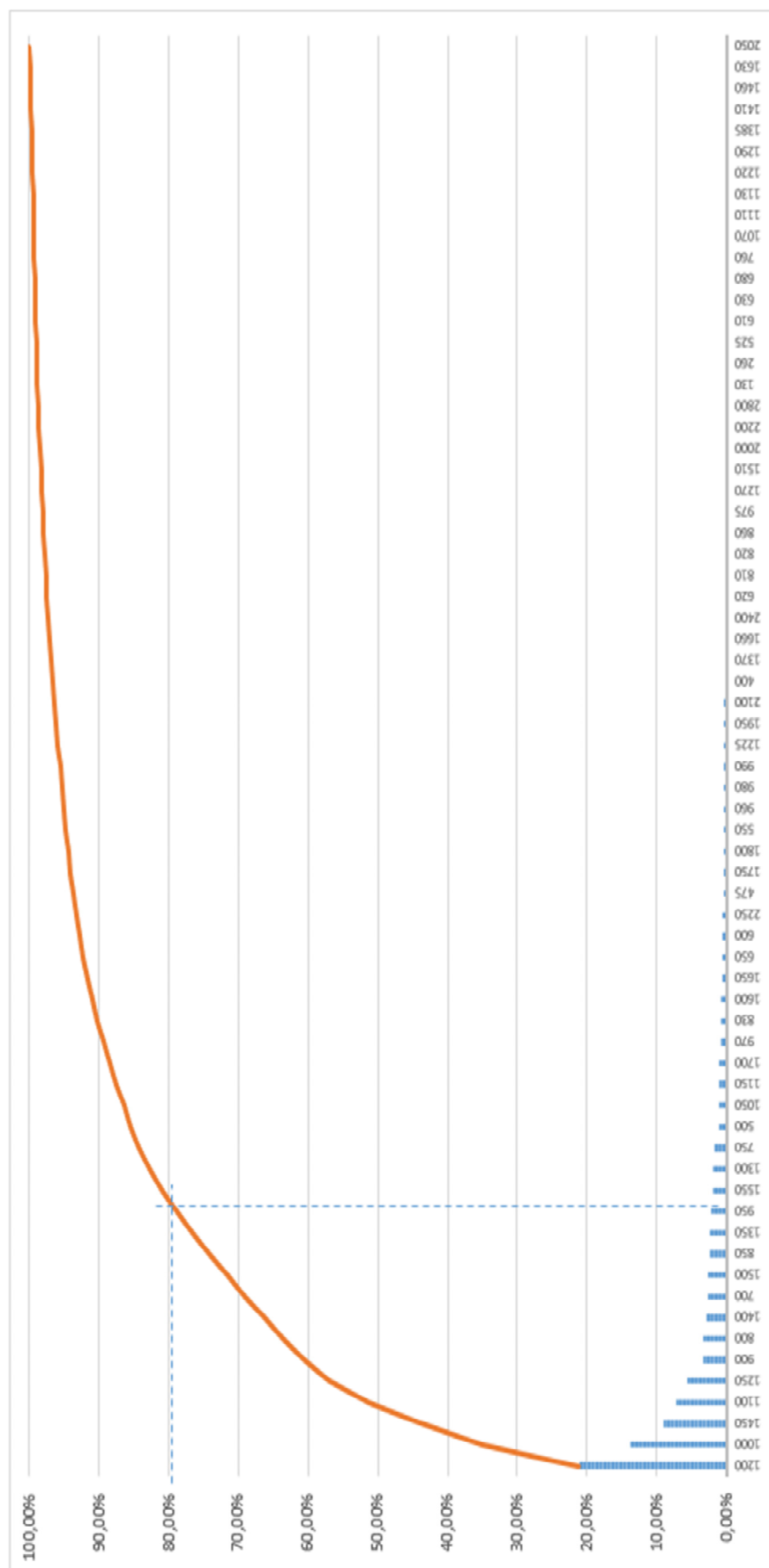
4. Azioni di traino, Femmine:

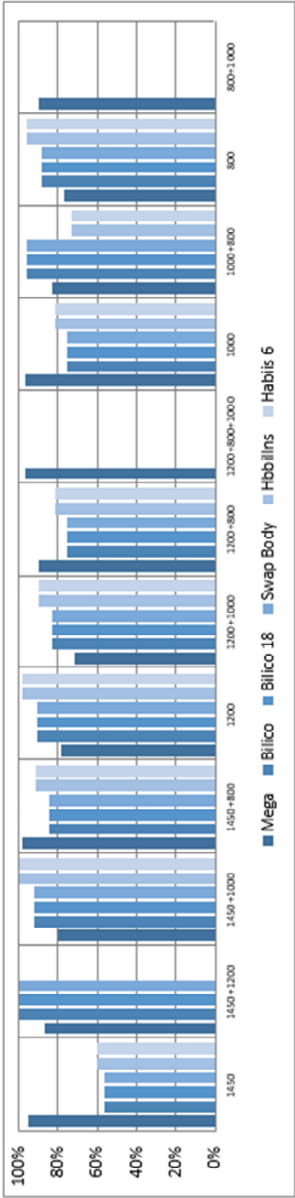
Distanza	2 metri							7,5 metri							15 metri						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra																					
135 cm FI	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17
77FM	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11
90 cm FI	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18
FM	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11
60 cm FI	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19
FM	5	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10

Distanza	30 metri					45 metri					60 metri			
Azione ogni	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Altezza mani da terra														
135 cm FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15
FM	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7
90 cm FI	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16
FM	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7
60 cm FI	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17
FM	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6

5. Azioni di trasporto in piano:

Distanza	2 metri							4 metri							8 metri						
Azione ogni	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	10s	15s	1m	2m	5m	30m	8h	18s	24s	1m	2m	5m	30m	8h
Maschi																					
Altezza mani da terra																					
110 cm FI	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
80 cm FI	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
Femmine																					
Altezza mani da terra																					
100 cm FI	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16
70 cm FI	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19

APPENDICE 4.1: PARETO SULLE BASI ATTUALMENTE UTILIZZATE DA FCA

APPENDICE 4.2: ANALISI DI PARETO SULLE ALTEZZE ATTUALMENTE UTILIZZATE DA FCA

APPENDICE 4.3: ANALISI COMBINAZIONI IMPILABILITÀ PER MEZZO DI TRASPORTO.

	MEGA			BILICO			BILICO 18			SWAP BODY			HBBILLNS			HABIIS 6		
	#MDR	hPila	Sat	#MDR	hPila	Sat	#MDR	hPila	Sat	#MDR	hPila	Sat	#MDR	hPila	Sat	#MDR	hPila	Sat
1450	2	2850	95%	1	1450	56%	1	1450	56%	1	1450	56%	1	1450	60%	1	1450	60%
1450+1200	2	2600	87%	2	2600	100%	2	2600	100%	2	2600	100%	X	X	X	X	X	X
1450+1000	2	2400	80%	2	2400	92%	2	2400	92%	2	2400	92%	2	2400	100%	2	2400	100%
1450+800	3	2950	98%	2	2200	85%	2	2200	85%	2	2200	85%	2	2200	92%	2	2200	92%
1200	2	2350	78%	2	2350	90%	2	2350	90%	2	2350	90%	2	2350	98%	2	2350	98%
1200+1000	2	2150	72%	2	2150	83%	2	2150	83%	2	2150	83%	2	2150	90%	2	2150	90%
1200+800	3	2700	90%	2	1950	75%	2	1950	75%	2	1950	75%	2	1950	81%	2	1950	81%
1200+800+1000	3	2900	97%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1000	3	2900	97%	2	1950	75%	2	1950	75%	2	1950	75%	2	1950	81%	2	1950	81%
1000+800	3	2500	83%	3	2500	96%	3	2500	96%	3	2500	96%	2	1750	73%	2	1750	73%
800	3	2300	77%	3	2300	88%	3	2300	88%	3	2300	88%	3	2300	96%	3	2300	96%
800+1000	3	2700	90%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

NB: Bilico 18 si differenzia dal Bilico classico per lunghezza, quindi tendenzialmente sarebbe la soluzione perfetta tra le due; però, questo tipo di applicazione necessita di permessi speciali, che ne limitano fortemente l'utilizzo nella realtà. Per questo motivo, tra Bilico e Bilico 18 si è scelto di favorire sempre il primo.

APPENDICE 5.1: Risultati ottenuti caso per caso, riferiti al numero di pezzi complessivi trasportabili sul pianale del mezzo di trasporto.